



## Tata cara pemasangan pipa transmisi dan pipa distribusi serta bangunan pelintas pipa





© BSN 2011

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN  
Gd. Manggala Wanabakti  
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.  
Telp. +6221-5747043  
Fax. +6221-5747045  
Email: [dokinfo@bsn.go.id](mailto:dokinfo@bsn.go.id)  
[www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Diterbitkan di Jakarta



## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata .....	ii
Pendahuluan .....	iii
1 Ruang lingkup .....	1
2 Acuan normatif .....	1
3 Istilah dan definisi.....	1
4 Persyaratan umum .....	2
4.1 Gambar kerja ( <i>shop drawing</i> ) dan gambar pelaksanaan ( <i>as built drawing</i> ).....	2
4.2 Tanda papan nama.....	2
4.3 Rambu-rambu lalu-lintas.....	2
4.4 Sumber tenaga dan penerangan .....	3
4.5 Penyimpanan pipa .....	3
4.6 Pengangkutan pipa .....	3
5. Pemasangan pipa .....	3
5.1 Pekerjaan persiapan .....	3
5.2 Pekerjaan tanah.....	4
5.3 Pekerjaan pemasangan pipa .....	12
5.4 Pengujian dan desinfeksi .....	31
5.5 Perbaikan kondisi dan pembersihan.....	34
Lampiran A.....	36
Lampiran B .....	39
Lampiran C .....	40
Bibliografi .....	41



## Prakata

SNI 7511:2008 *Tata cara pemasangan pipa transmisi dan pipa distribusi serta bangunan pelintas pipa* merupakan SNI baru yang disusun sebagai acuan dalam pemasangan pipa transmisi, pipa distribusi, dan bangunan pelintas pipa di lapangan sehingga kualitas konstruksinya dapat tepat mutu.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil melalui Gugus Kerja Lingkungan Permukiman pada Subpanitia Teknis 91-01-S3 Perumahan, Sarana, dan Prasarana Lingkungan Permukiman dalam rangka memenuhi efisiensi dan meningkatkan hasil pembangunan dalam bidang Sarana dan prasarana perumahan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti PSN 08 Tahun 2007 dan dibahas pada forum rapat konsensus pada tanggal 4-5 Desember 2007 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Bandung dengan melibatkan stakeholder yang mewakili unsur pemerintah, pakar/tenaga ahli, produsen dan konsumen/pengguna.





## Pendahuluan

Tata cara pemasangan pipa transmisi dan distribusi serta bangunan pelintas pipa sistem penyediaan air minum ini berisi mengenai persyaratan umum dan ketentuan-ketentuan yang diperlukan dan merupakan rujukan untuk para perencana, produsen, pelaksana konstruksi, dan pengelola.

Standar ini disusun dalam rangka melaksanakan amanat Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (Permen PU) Nomor 16 tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, yaitu Bagian Kedua Wewenang dan Tanggung Jawab Pemerintah, Pasal 38 butir b. Menetapkan norma, standar, pedoman, dan manual.

Tata cara ini menguraikan dari persiapan dalam pemasangan pipa, baik transmisi maupun distribusi, pekerjaan pemasangan pipa, pengujian dan desinfeksi, hingga akhir tahap berupa perbaikan kondisi dan pembersihan. Substansi teknis diambil dari beberapa sumber berupa buku referensi (*text book*), standar Indonesia, dan standar negara lain.









## Tata cara pemasangan pipa transmisi dan pipa distribusi serta bangunan pelintas pipa

### 1 Ruang lingkup

Tata cara ini mencakup pekerjaan pelaksanaan pemasangan pipa transmisi dan distribusi serta bangunan pelintas pipa dalam sistem penyediaan air minum.

### 2 Acuan normatif

SNI 03-6405-2000, Tata cara pengelasan pipa baja untuk air di lapangan

SNI 07-6398-2000, Tata cara pelapisan epoksi cair untuk bagian dalam dan luar pada perpipaan air dari baja

SNI 19-6783-2002, Spesifikasi desinfeksi air bersih

SNI 19-6782-2002, Tata cara pemasangan perpipaan besi daktail dan perlengkapannya

ISO TR 4191, *Unplasticized polyvinyl chloride (PVC-U) pipes for water supply-recommended practice for laying*

JIS K 5622, *Red-lead amieorrosive paim elass 2*

JIS K 5523, *Lead suboxide amieorrosive paim elass 2*

JIS Z 3104, *Method of Radiografie Test and Elastifitation (Radiographs)*

ANSI/AWWA C 105/A, *Polyethylene encasement for ductile-iron piping for water and other liquids*

ASTM D 698, *Standard test method for laboratory Compaction characteristics of soil using standard effort (12,400 ft – lbf/ft<sup>3</sup>/ft<sup>3</sup> (600 kN – m/m<sup>3</sup>))*

### 3 Istilah dan definisi

#### 3.1

##### **air minum**

air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum

#### 3.2

##### **gambar kerja (*shop drawing*)**

gambar yang dibuat bersumber pada gambar-gambar perencanaan teknis terinci untuk keperluan memandu pelaksanaan pekerjaan

#### 3.3

##### **gambar pelaksanaan (*as built drawing*)**

gambar yang dibuat sesuai dengan hasil-hasil pelaksanaan di lapangan



### 3.4

#### **katup**

suatu alat yang digunakan untuk mengatur kecepatan aliran air melalui sistem perpipaan

### 3.5

#### **pekerjaan konstruksi**

keseluruhan atau sebagian rangkaian kegiatan perencanaan dan atau pelaksanaan beserta pengawasan yang mencakup pekerjaan arsitektural, sipil, mekanikal, elektrik, dan tata lingkungan masing-masing beserta kelengkapannya, untuk mewujudkan suatu bangunan atau bentuk fisik lain

## **4 Persyaratan umum**

### **4.1 Gambar kerja (*shop drawing*) dan gambar pelaksanaan (*as built drawing*)**

- jadwal pelaksanaan dan gambar kerja harus diserahkan oleh penyedia jasa kepada pemilik untuk disetujui sebelum pekerjaan dimulai;
- gambar pelaksanaan (*as built drawing*) harus dibuat dengan skala yang sama dengan skala gambar kerja;
- gambar pelaksanaan harus diserahkan selama pekerjaan berlangsung dan setelah penyelesaian pekerjaan dengan memperlihatkan semua perlengkapan pipa (*fitting*), perlengkapan lain seperti pada arah jalur pipa, ruang katup, lubang kontrol, ukuran pipa dan jenisnya;
- persyaratan harus memperlihatkan adanya pengikatan muka tanah pada bangunan permanen.

### **4.2 Tanda papan nama**

- sejumlah tanda atau papan nama yang diperlukan harus memenuhi asas transparansi, memperlihatkan nama pemilik dan penyedia jasa pelaksanaan konstruksi, nama proyek dan lokasi yang menunjukkan jalur pemasangan pipa, perkiraan lama pekerjaan, perubahan arus lalu lintas, dan lain sebagainya;
- papan nama harus dipasang di tempat yang telah ditentukan;
- pada saat penyelesaian pekerjaan, papan nama tersebut harus disingkirkan.

### **4.3 Rambu-rambu lalu lintas**

Rambu-rambu untuk keperluan penunjuk arah lalu lintas dibuat dengan cukup jelas untuk menjamin keselamatan lalu lintas. Bila pekerjaan harus memotong/ menyeberangi jalan yang sibuk perlu dikerjakan pada malam hari.



#### 4.4 Sumber tenaga dan penerangan

Tenaga listrik serta penerangan yang perlu bagi pelaksanaan pekerjaan harus tersedia sesuai kebutuhan sehingga semua pekerjaan dapat dilakukan secara wajar bila cahaya sinar matahari tidak memadai atau pada saat malam hari.

#### 4.5 Penyimpanan pipa

- a) pipa harus ditumpuk pada permukaan yang datar, bebas dari benda tajam dan batuan yang dapat merusak dan mengubah bentuk pipa;
- b) ujung soket dan ujung spigot tidak boleh terbebani dengan cara diberi bantalan;
- c) tempat penyimpanan pipa harus dijauhkan dari bahan bakar, pelarut, atau bahan yang mudah terbakar lainnya serta dihindari dari paparan langsung sinar matahari;
- d) apabila tidak memungkinkan, penyimpanan di bawah sinar matahari secara langsung diperbolehkan untuk waktu maksimum 18 bulan.

#### 4.6 Pengangkutan pipa

- a) permukaan alas untuk mengangkut pipa harus datar, bebas dari paku dan benda tajam lainnya;
- b) sisi-sisi kendaraan pengangkut pipa harus ditopang dengan tonggak yang datar dan ujungnya tidak tajam;
- c) selama pengangkutan, pipa harus dilindungi.

### 5 Pemasangan pipa

#### 5.1 Pekerjaan persiapan

Pekerjaan persiapan seperti pengukuran, pelebaran jalan lokal yang ada, pembongkaran dinding, pengamanan, kompensasi dan pekerjaan lain yang diperlukan harus dilaksanakan sebelum dimulainya pekerjaan pemasangan pipa.

##### 5.1.1 Pengukuran

Pengukuran topografi harus dilakukan untuk menetapkan lokasi yang tepat di dalam pelaksanaan trase jalur pipa di sepanjang bentang trase pipa yang akan dilaksanakan.

##### 5.1.2 Pembuatan jalan sementara

- a) bila belum ada akses ke jalur pipa, maka perlu dibuatkan jalan sementara;
- b) pembuatan jalan sementara disesuaikan dengan beban kendaraan pengangkut pipa yang akan melewati jalan tersebut sebagai berikut:
  - 1) pengupasan muka tanah yang ada dengan kedalaman tidak kurang dari 0,3 m dan lebar disesuaikan dengan kebutuhan;
  - 2) tanah bawah jalan (*subgrade*) yang dipadatkan dengan baik dengan ketebalan minimum 0,5 meter;



## SNI 7511:2011

- 3) lapisan bawah dasar (*subbase coarse*) dipadatkan dengan ketebalan minimum 0,2 m, dan juga diisi dengan kerikil;
- 4) perkerasan permukaan yang terbuat dari kerikil pasir dengan ketebalan minimum tidak kurang dari 0,1 m, dipadatkan dan dirawat dengan baik.

### 5.1.3 Kantor sementara

- a) kantor sementara digunakan untuk mengelola, membangun dan mengawasi pekerjaan;
- b) kantor sementara harus memiliki ruang yang cukup dan dilengkapi perabot kantor, ruang rapat dan ruangan kerja untuk pengguna jasa dan stafnya;
- c) paling sedikit satu set dokumen kontrak, jadwal pelaksanaan dan data yang terkait dengan kontrak, gambar kerja, serta gambar pelaksanaan harus tersedia di kantor sementara;
- d) kantor harus dilengkapi dengan:
  - 1) fasilitas air minum dan penerangan yang memadai;
  - 2) kamar kecil dan tangki septik dengan bidang resapannya;
- e) penempatan, pemilihan lokasi, dan desain untuk kantor sementara perlu disetujui terlebih dahulu oleh pemilik.

### 5.1.4 Gudang sementara

- a) gudang sementara untuk menyimpan alat, mesin dan bahan lainnya termasuk pipa dan material penyambung (*jointing material*) harus mempunyai atap yang memadai untuk melindunginya dari hujan dan harus dipasang peralatan pengatur sirkulasi udara;
- b) lantai gudang harus terhindar dari rembesan air tanah dan sekeliling gudang dijaga dari kemungkinan pencurian dan kerusakan selama periode pelaksanaan pembangunan;
- c) penempatan, pemilihan lokasi, dan desain untuk gudang sementara perlu disetujui terlebih dahulu oleh pemilik.

## 5.2 Pekerjaan tanah

### 5.2.1 Pembersihan dan pengupasan (*land clearing*)

- a) jalur pipa harus dibersihkan dan dikupas sebelum melakukan penggalian atau melakukan pengurugan;
- b) pembersihan dan pengupasan berupa pembersihan akar-akar, tonggak, tumbuhan, perkerasan, jalur pejalan kaki dan hambatan apapun di permukaan yang perlu disingkirkan secara permanen atau untuk sementara waktu yang terdapat pada daerah yang akan digali;
- c) tidak boleh ada pohon yang ditebang, dirusak atau diganggu tanpa ijin pihak yang berwenang;
- d) semua kotoran, buangan, tumbuhan dan bahan bongkaran seluruhnya harus disingkirkan dari lokasi pekerjaan dan dibuang oleh penyedia jasa pelaksanaan konstruksi dengan



cara yang baik, kecuali bagi bahan atau bangunan yang akan disingkirkan untuk sementara waktu dan nantinya akan diperbaiki kembali seperti semula;

- e) bahan maupun bangunan yang disingkirkan untuk sementara waktu dan nantinya harus dipasang dan diperbaiki kembali, harus disimpan dan dijaga dengan baik sebagai berikut:
- 1) pada daerah pertamanan/lansekap yang ada, pohon kecil, pagar tanaman, semak belukar atau bagian lansekap yang mungkin dapat rusak selama pemasangan jalur pipa;
  - 2) pohon besar sebaiknya jangan sampai ditebang selama pemasangan pipa dan bila keadaan menuntut penebangan pohon untuk pemasangan pipa maka harus mendapatkan ijin penebangan pohon dari pemilik atau instansi terkait yang memeliharanya;
  - 3) pada daerah berumput, lapisan atas atau lempung, bila ditemukan harus ditimbun secara terpisah dari bahan galiannya, dan nanti harus dikembalikan lagi ke tempat semula pada kedalaman terpadatkan yang sama dengan kondisi semula;
  - 4) lempeng rumput di daerah berumput yang akan terkena galian, atau yang akan rusak karena terkena peralatan, harus disingkirkan, dijaga/dipelihara selama berlangsungnya pekerjaan konstruksi dan diletakkan kembali setelah penyelesaian urugan;
  - 5) pada daerah yang berbatu, peralatan yang sesuai untuk penggaliannya harus disediakan dan bila tidak memungkinkan dilakukan penggalian, sedangkan dalam gambar rencana ada pipa yang ditanam di bawah batu, maka harus diperoleh ijin untuk melanjutkan pemasangan pipa baja yang diletakkan di atas tanah berbatu tersebut;
  - 6) untuk pemasangan pipa di daerah persawahan atau perkebunan, maka harus mendapatkan ijin terlebih dahulu dan bila melewati saluran irigasi, harus diusahakan tidak mengganggu pengairan persawahan dan tidak merusak saluran irigasi;
  - 7) perbaikan kembali permukaan jalan batu ataupun bahu jalan pada jalan yang diperkeras harus dikembalikan seperti kondisi semula;
  - 8) perbaikan kembali permukaan jalan yang diperkeras harus dikembalikan seperti kondisi semula;
  - 9) jalur pejalan kaki harus diganti dan harus dikembalikan seperti kondisi semula;
  - 10) bingkai trotoar dan saluran tepi jalan harus diganti dengan bahan yang sama, demikian pula permukaannya harus dikembalikan seperti keadaan semula dan semua pemotongan beton harus pada garis potongan yang terdekat, bila tidak, perlu digunakan alat pemotongan;

#### 5.2.2 Penggalian lapisan bawah permukaan (*subsurface*) dan lubang pengujian (*test pit*)

- a) sebelum penggalian jalur pipa pada daerah milik jalan, perlu dilakukan penggalian lapisan bawah permukaan (*subsurface*) dan lubang pengujian (*test pit*) untuk mengetahui infrastruktur yang sudah ada di dalam tanah;
- b) lokasi infrastruktur bawah tanah yang sudah diketahui diberi tanda dan bila infrastruktur tersebut pecah atau rusak karena kelalaian, maka harus diganti/diperbaiki.



### **5.2.3 Penggalian**

- a) pekerjaan penggalian ini berlaku untuk semua jenis pipa, mencakup: penyingkiran semua bahan dan hambatan yang mempengaruhi pelaksanaan dan penyelesaian pekerjaan sesuai jalur dan kemiringan yang diperlihatkan dalam gambar rencana;
- b) dalam pekerjaan penggalian yang perlu dilakukan sebagai berikut:
  - 1) penurapan/penopangan atau pembuatan sudut galian yang aman, atau cara lainnya yang diperlukan untuk menstabilkan dinding galian;
  - 2) pemompaan atau cara pengeringan air lainnya yang disetujui untuk pengeringan genangan air yang sudah ada atau dapat masuk dalam galian;
- c) hal-hal yang harus dilakukan sewaktu penggalian:
  - 1) tidak diperkenankan menggali diluar jalur dan ketinggian yang ditunjukkan dalam gambar. Penggalian tanpa izin harus diurug kembali dengan bahan yang sesuai;
  - 2) perlindungan terhadap bangunan yang sudah ada:
    - (a) bila diperlukan, dapat dipakai cara penggalian yang sesuai guna melindungi bangunan, utilitas, tiang listrik, pepohonan, perkerasan ataupun hambatan yang ada;
    - (b) di daerah yang berdekatan dengan fasilitas atau jalur pipa gas dan bahan bakar, perlu dilakukan tindakan pencegahan guna menghindari kemungkinan pecah, gangguan, atau menyebabkan kerusakan pada fasilitas dan jalur tersebut;
  - 3) galian terbuka:
    - (a) galian terbuka harus digali sehingga pipa dapat diletakkan pada trase dan kedalaman yang diminta, dan galian tersebut dilakukan sampai di dasar perletakan pipa;
    - (b) galian terbuka harus dikeringkan dan dipelihara selama pekerjaan berlangsung agar pekerja dapat bekerja secara aman dan efisien;
  - 4) lebar galian terbuka:
    - (a) lebar galian harus cukup agar pipa dapat diletakkan dan disambung dengan baik, dan pengurugan serta pemadatan dapat dilakukan sebagaimana yang telah ditetapkan;
    - (b) lebar galian harus dapat juga memberikan kemudahan dalam penempatan turap, penopang atau penanganan khusus lainnya;
  - 5) panjang galian terbuka:
    - (a) galian terbuka bagi suatu pemasangan pipa tidak boleh melebihi panjang yang diijinkan dan galian harus diselesaikan paling sedikit 10 (sepuluh) meter di depan perletakan pipa terakhir;
    - (b) bila diperlukan, penggalian dan pengurugan harus dilakukan dalam 24 jam, atau galian harus diurug penuh di akhir kerja setiap hari atau ditutupi dengan pelat baja yang ditopang dengan cukup aman serta mampu menahan beban arus lalu lintas kendaraan;
  - 6) kedalaman galian terbuka:
    - (a) galian harus digali sampai kedalaman yang ditentukan sebagaimana yang diperlihatkan dalam gambar kerja agar memberikan dukungan yang menerus dan



- seragam dan menopang pipa pada tanah yang padat dan tak terganggu pada setiap titik di antara lubang galian sambungan;
- (b) bagian dasar tanah yang digali melampaui kedalaman yang ditetapkan harus diurug kembali secara merata, sampai pada kedalaman yang ditetapkan dengan pasir atau bahan lain yang telah disetujui, serta dipadatkan;
  - (c) muka akhir lapisan ini harus dilakukan dengan tepat dengan memakai peralatan tangan (secara manual);
  - (d) bila terdapat bongkahan batu dan batu besar, maka harus disingkirkan agar memberikan jarak bebas paling sedikit 150 mm di bawah dari setiap sisi pipa dan *fitting* untuk pipa diameter 600 mm atau lebih kecil, dan jarak 200 mm untuk pipa dan *fitting* dengan diameter lebih besar dari 600 mm;
- 7) penggalian di tanah yang kondisinya buruk:
- (a) bila muka akhir dasar galian tidak stabil atau terdiri dari bahan yang kurang baik seperti abu, bahan sampah dan lain-lain, maka bahan tersebut harus digali dan disingkirkan;
  - (b) bila diperlukan pondasi khusus, harus dilakukan penggantian tanah, atau pengurugan dengan bahan yang memadai;
- 8) penopangan dan penurapan pada galian terbuka dilakukan pada:
- a) kedalaman galian dengan dinding tegak lebih dari 1 m harus ditopang dan diturap sehingga galian tidak runtuh, agar pekerja dapat bekerja secara aman dan dapat menjaga permukaan jalan dan bangunan lainnya;
  - b) galian terbuka di perkerasan sepanjang jalan utama dan atau jalan strategis harus dipasang penurapan dan penopangan;
  - c) terjadinya rongga di luar turap harus dihindari dan dicegah, dan bila terjadi juga rongga maka perlu segera diisi dan dipadatkan;
  - d) semua rongga yang timbul akibat pencabutan turap harus segera diisi kembali dengan pasir dan dipadatkan dengan cara penumbukan menggunakan alat yang sesuai dengan membasahnya atau cara lain yang diperintahkan;
  - (e) semua penopang dan turap yang tidak digunakan harus dipindahkan secara hati-hati tanpa membahayakan pemasangan yang baru pada utilitas yang ada, atau kepemilikan yang berada di dekatnya;
  - (f) semua turap, penopang dan lain-lain boleh tidak dicabut, asalkan ditimbun pada saat pengurugan untuk mencegah kerusakan pada bangunan, utilitas dan kepemilikan;
- 9) galian dan urugan (*cut and fill*):
- (a) apabila permukaan tanah asal ada di atas *grade line* (garis hidrolis), maka tanah itu harus dipotong (*cut*), sedangkan kalau tanah berada di bawah *garis hidrolis*, maka harus ditimbun (*fill*) dan dipadatkan sampai mencapai ketinggian yang dikehendaki menurut *grade line* tersebut;
  - (b) usahakan untuk suatu panjang trase tertentu, volume jumlah galian yang diperlukan sama dengan jumlah volume urugan yang diperlukan.

#### 5.2.4 Ukuran kedalaman dan lebar galian berdasarkan diameter pipa dan jenis pipa

Lebar galian pipa harus tersedia untuk dapat dilewati alat penggali dan untuk memasukkan dan menyambung pipa serta memungkinkan penimbunan sesuai ketentuan setiap pipa yang



digunakan. Jika lebih dari satu jaringan pipa yang akan dipasang pada satu galian yang sama, maka tidak diperbolehkan kedua jaringan pipa tersebut bersinggungan. Jaringan pipa tersebut harus terpisah dengan jarak minimum 150 mm dan urugan yang mengitari masing-masing pipa harus dipadatkan.

a) pipa daktil:

- 1) lebar galian untuk pipa daktil harus sesuai dengan SNI 19-6782-2002;
- 2) lebar galian untuk pipa daktil ditetapkan seperti dalam Tabel 1.

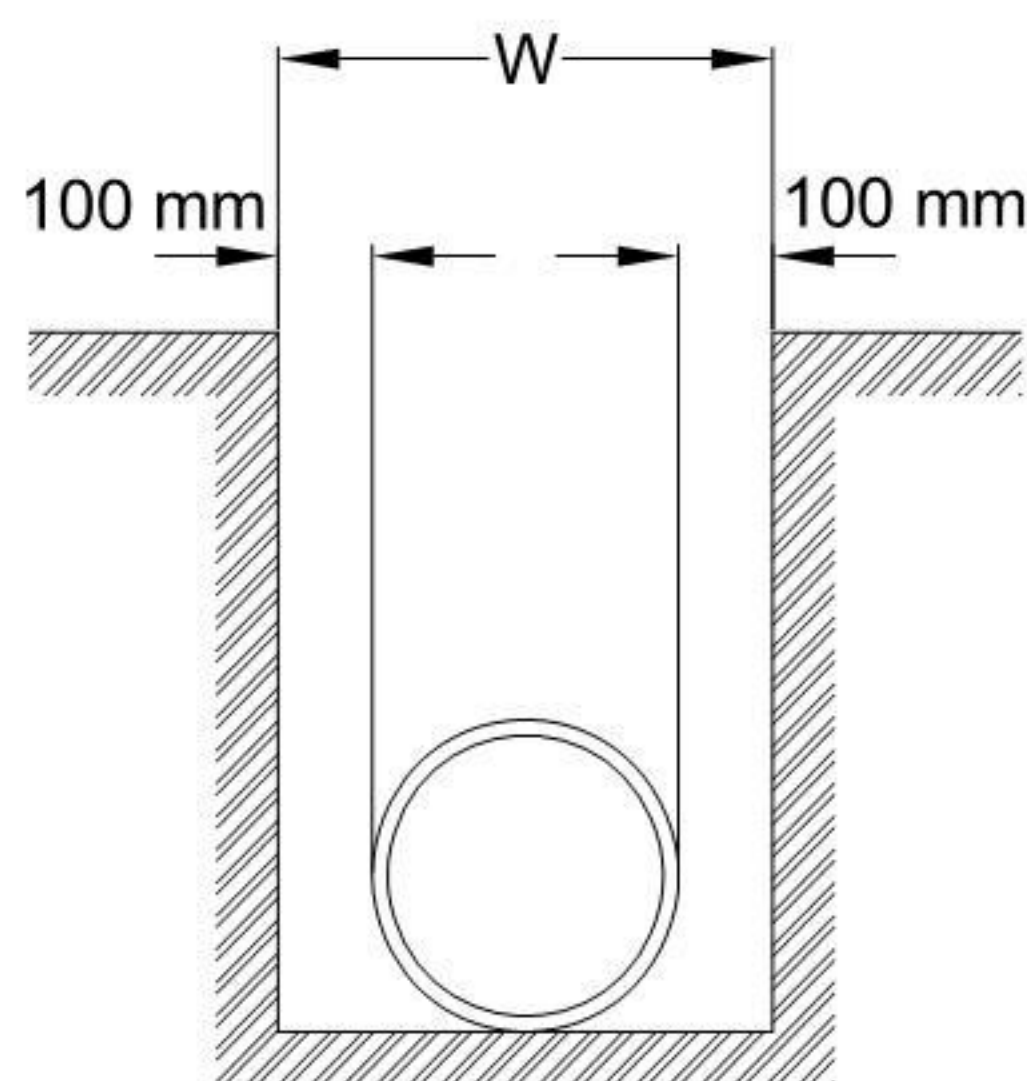
**Tabel 1 Lebar galian pada puncak pipa**

Ukuran nominal pipa (mm)	Lebar galian (m)
101,6	0,71
152,4	0,76
203,2	0,81
254,0	0,86
304,8	0,91
355,6	0,97
406,4	1,02
457,2	1,07
508,0	1,12
609,6	1,22
762,0	1,37
914,4	1,52
1066,8	1,68
1219,2	1,83
1371,6	1,98

Sumber: SNI 19-6782-2002

b) pipa *Polivinyll Chloride* (PVC):

- 1) galian untuk jalur pipa harus mempunyai lebar galian (w) lebih besar dari 200 mm ditambah diameter pipa atau sesuai dengan Tabel 2 agar pipa dapat diletakkan dan disambung dengan baik;
- 2) galian untuk tanah stabil harus mempunyai dinding saluran yang tidak mudah runtuh, dilakukan sesuai Gambar 1.



**Gambar 1 Galian pipa pada tanah stabil**

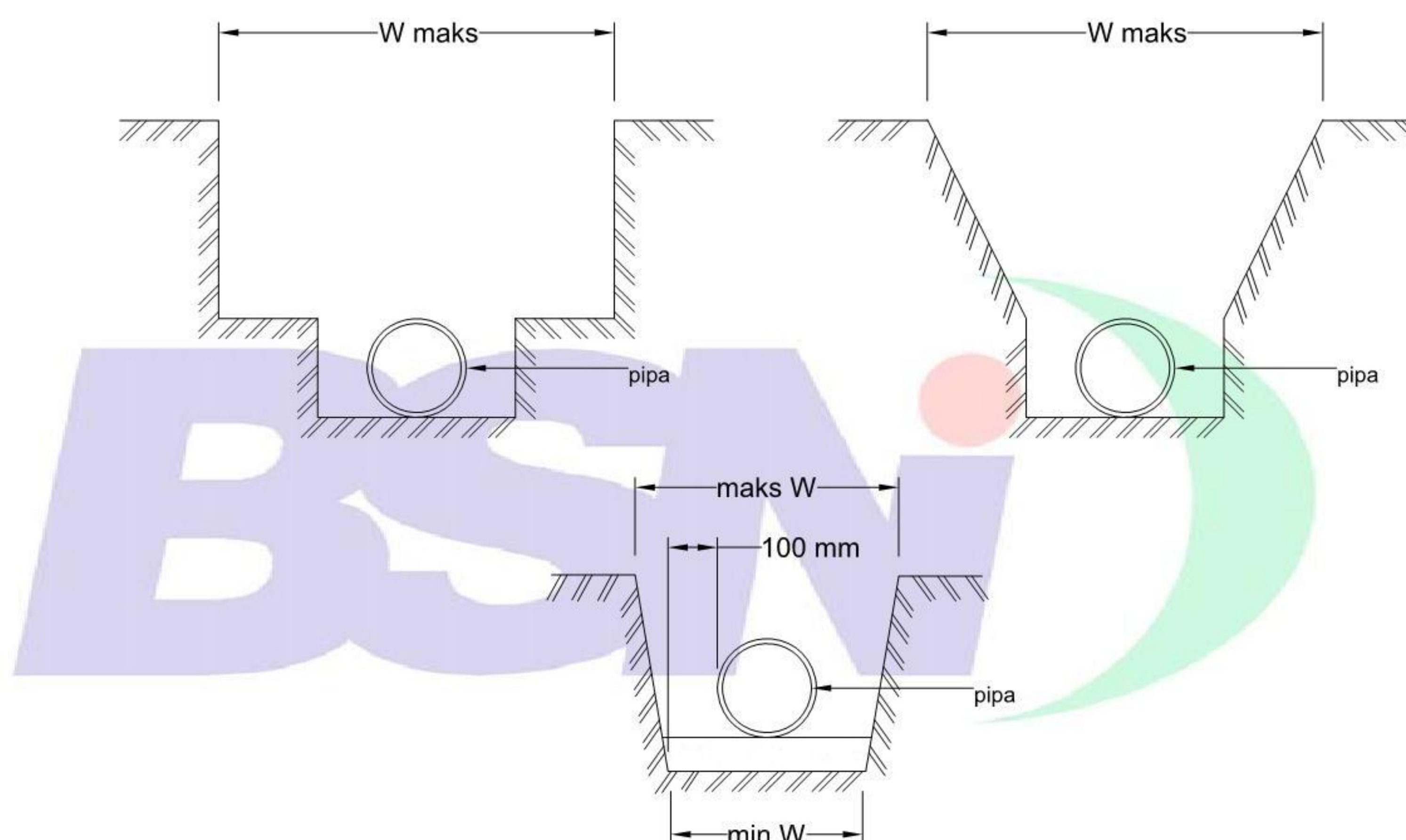


- 3) pada area terbuka yang luas, galian pipa pada tanah yang tidak stabil dengan memperlihatkan adanya runtuh dinding saluran, dapat diatasi dengan lebar galian di bagian atas yang lebih luas dan dasar galian yang lebih sempit. Maksimum lebar galian berdasarkan diameter pipa harus sesuai dengan Tabel 2 dan Gambar 2.

**Tabel 2 Lebar galian**

Diameter pipa (mm)	Maksimum lebar galian W (mm)
50—100	750
150—195	850

Sumber: RSNI T-17-2004, Tata cara pengadaan, pemasangan dan pengujian pipa PVC untuk penyediaan air minum



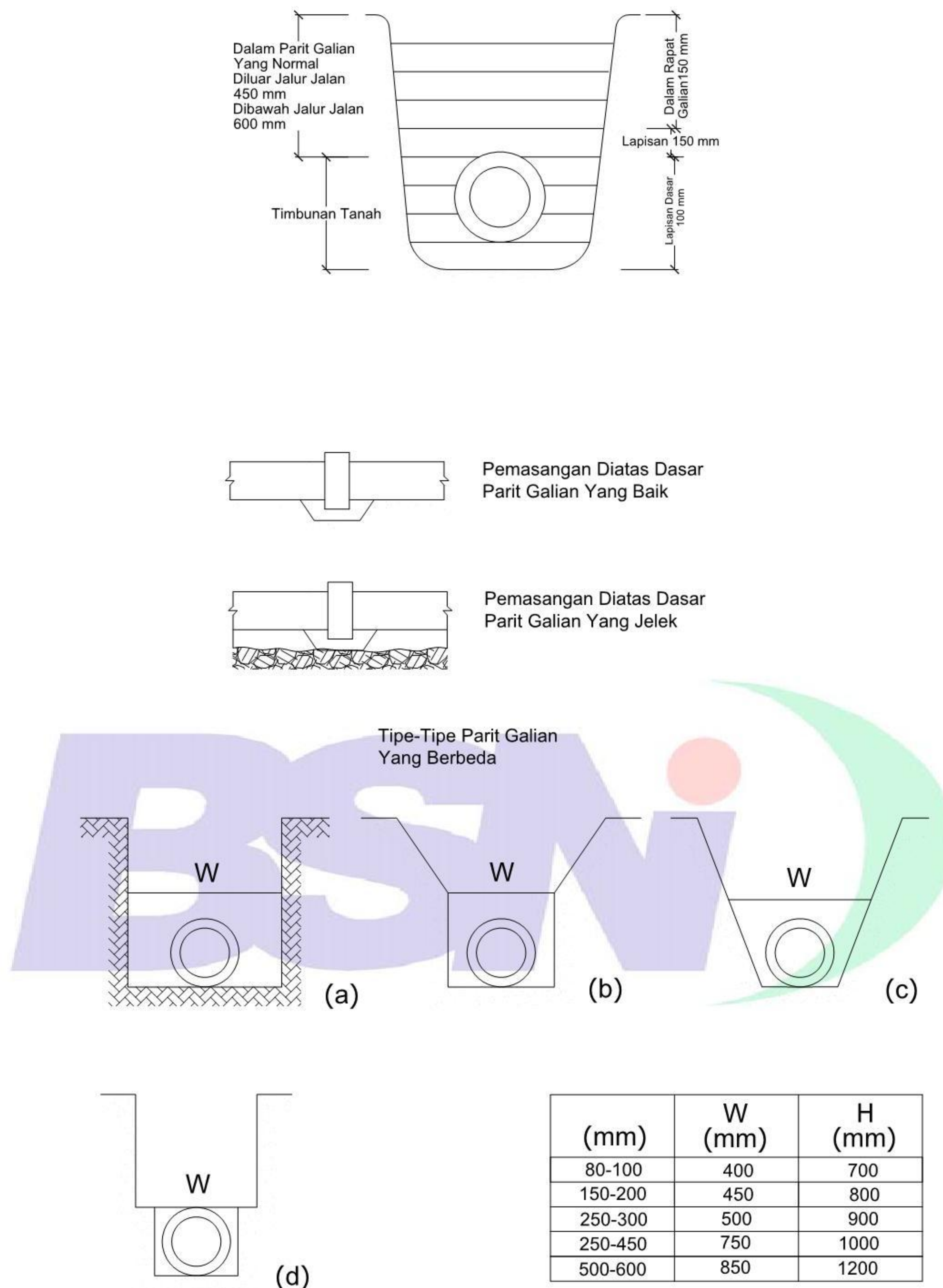
**Gambar 2 Galian pipa pada tanah tidak stabil**

- 4) kedalaman pipa untuk PVC sebagai berikut:
- (a) kedalaman 300 mm untuk pipa yang tertanam di bawah permukaan tanah biasa;
  - (b) kedalaman 450 mm untuk pipa yang tertanam di sisi jalan dan di bawah permukaan jalan kecil;
  - (c) kedalaman 600 mm untuk pipa yang tertanam di bawah permukaan jalan besar dengan perkerasan;
  - (d) kedalaman 750 mm untuk pipa yang tertanam di bawah permukaan jalan besar tanpa perkerasan.

Kedalaman galian disesuaikan dengan perencanaan kebutuhan pondasi tanah urugan, lapisan alas, urugan tempat perletakan pipa (urugan di bawah pipa dan urugan di atas pipa), serta urugan sampai permukaan atau urugan penutup (*final backfill*).

Kedalaman dan lebar galian ditentukan berdasarkan diameter pipa, sesuai Gambar 3.





**Gambar 3 Kedalaman berdasarkan diameter pipa**

### 5.2.5 Pembuatan lapisan alas dan urugan di bawah pipa

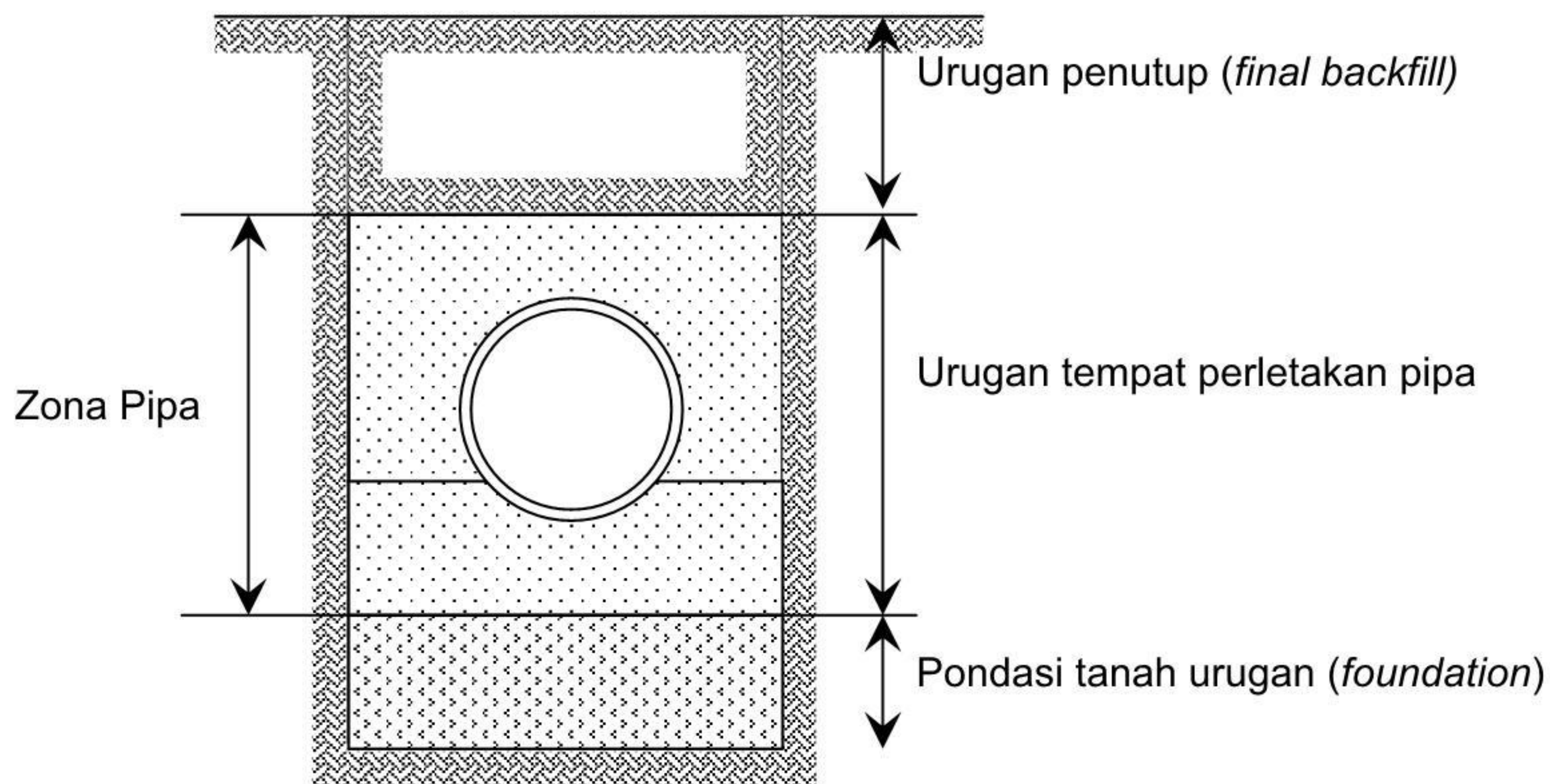
#### a) penggalian dasar:

- 1) penggalian dilaksanakan seperlunya untuk semua pondasi saluran, pondasi telapak, pelat di atas tanah dan sebagainya sampai kedalaman dan elevasi yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan tersebut. Segera setelah penggalian, dasar galian harus dipadatkan dengan baik;
- 2) galian harus ditopang dengan sekor-sekor, balok-balok dan papan turap atau dibuat miring pada kedua sisinya dengan sudut yang aman;



- 3) galian harus dijaga bersih dari material-material yang jatuh, air dan kotoran-kotoran lain;
  - 4) galian harus dilindungi terhadap erosi dari permukaan dinding-dinding galian dan dari lokasi pekerjaan pada umumnya;
  - 5) semua kerusakan pada saluran-saluran air yang diakibatkan oleh pembuangan air dari lokasi pekerjaan harus diperbaiki;
  - 6) setelah selesainya penggalian dan sebelum pengecoran beton atau material-material urugan lainnya, galian dapat diperiksa dan bila perlu diadakan pengujian pada material-material dalam galian;
  - 7) semua material urugan harus sesuai dengan spesifikasi teknis untuk pekerjaan tanah;
- b) lapisan alas:
- 1) lapisan alas dibutuhkan untuk menciptakan garis lurus dan datar sebagai tempat perletakan pipa sehingga menjadi lebih kokoh namun tidak keras;
  - 2) pipa harus didasari dan dialasi hingga kedalaman minimum sebagaimana diperlihatkan dalam gambar kerja. Bahan lapisan alas harus pasir, ditempatkan dalam bentuk lapisan dengan ketebalan tidak lebih dari 150 mm dan dipadatkan dengan tongkat pemadat atau cara lain yang disetujui pada kepadatan kering maksimum 95%;
  - 3) pemberian lapisan alas pipa boleh memakai kerikil sebagai pengganti pasir pada tempat yang dianggap perlu;
- c) urugan di bawah dan di atas pipa, lihat Gambar 4 :
- 1) semua galian diurug kembali dengan pasir atau bahan lain, dengan tenaga manusia mulai dari lapisan pasir alas hingga garis tengah pipa, diletakkan secara berlapis dengan ketebalan tidak lebih dari 150 mm dan dipadatkan dengan tongkat pemadat pada kepadatan kering maksimum 95%.
  - 2) bahan urugan ditempatkan dalam galian secara penuh selebar galian di masing-masing sisi pipa, dan perlengkapan lainnya secara menerus;
  - 3) sesuai jenis pipa berikut ini:
    - (a) pengurugan pipa besi daktil (DCIP) dilakukan sesuai dengan SNI 19-6782-2002;
    - (b) pengurugan pipa PVC dilakukan sebagai berikut:
      - (1) pengurugan menggunakan pasir atau butiran tanah halus dengan ukuran lebih kecil dari 20 mm untuk dasar dan sisi saluran maupun atas pipa, serta tidak menggunakan tanah liat atau gambut;
      - (2) pengurugan dengan pasir mulai dari bawah pipa sampai dengan garis tengah pipa diletakkan secara berlapis dengan ketebalan kurang lebih 100 mm dan kemudian dipadatkan;
      - (3) urugan di atas pipa dengan tebal 300 mm dari puncak pipa untuk diameter pipa sampai dengan 195 mm;
    - (c) pengurugan pipa besi galvanis (GIP) dilakukan dengan perlakuan yang sama dengan pengurugan pada pipa besi daktil, sesuai dengan SNI 19-6782-2002;
    - (d) pengurugan pipa polietilena (PE) dilakukan sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
    - (e) pengurugan pipa baja dilakukan sesuai dengan SNI 19-6782-2002;





**Gambar 4 Urugan di bawah dan di atas pipa**

- 4) pondasi tanah urugan (*foundation*) disesuaikan dengan material setempat yang merupakan dasar atau pondasi di bawah pipa dan urugan tempat perletakan pipa;
- 5) urugan tempat perletakan pipa (*bedding*) digunakan untuk menunjang pipa secara langsung di atas *foundation*. Untuk pipa plastik, material *bedding* ini biasanya pasir dengan butiran halus sampai sedang. Pemilihan material *bedding* yang tepat dapat menjamin interaksi pipa dan tanah yang baik dan membangun kekuatan pipa. Material yang keras seperti beton tidak dapat digunakan sebagai alas pipa plastik, karena pipa plastik ini akan hancur ketika bertumbukan dengan material tersebut;
- 6) *final backfill* merupakan material urugan akhir sehingga galian tertutup sampai mencapai *grade line*. Pemadatan dibutuhkan untuk meminimalkan penurunan permukaan tanah. Kedalaman minimum *final backfill* yang direkomendasikan di atas pipa plastik adalah 610 mm.

### 5.3 Pekerjaan pemasangan pipa

Pekerjaan pemasangan pipa berupa perletakan pipa dan penyambungan sebagaimana yang diperlihatkan dalam gambar kerja.

Perhatian perlu diberikan dalam menangani semua bahan pipa untuk menghindari kerusakan pada bahan tersebut selama pengangkutan, penurunan, pemasangan dan penyambungan sampai pada penyelesaian pekerjaan. Kerusakan pada bahan pipa yang disebutkan tadi harus diperbaiki.

Semua perkakas dan peralatan harus dijaga kebersihannya dan dipelihara dengan baik sehingga selalu siap digunakan dalam kondisi yang baik. Kerusakan yang terjadi pada perkakas dan peralatan tersebut harus diperbaiki atau diganti.

#### 5.3.1 Prosedur menurunkan pipa

Perkakas, peralatan, dan fasilitas harus disediakan dan digunakan oleh penyedia jasa pelaksanaan konstruksi bagi keamanan dan kelancaran pekerjaan.



Kondisi tanah harus kering saat pemasangan pipa, dan penurunan pipa dilakukan sesuai dengan Tabel 3.

**Tabel 3 Prosedur penurunan pipa**

Jenis pipa	Prosedur
Pipa <i>ductile cast iron</i> , Pipa baja, Pipa GIP, Pipa PVC, Pipa FRP ( <i>fiberglass</i> )	Semua pipa, <i>fitting</i> , dan katup diturunkan secara hati-hati ke dalam galian satu per satu dengan memakai <i>crane</i> , derek, tali, atau dengan mesin, perkakas atau peralatan lain yang sesuai, dengan cara sedemikian rupa agar mencegah kerusakan terhadap bahan, lapisan pelindung luar dan lapisan pelindung dalam. Bahan tersebut sama sekali tidak diperkenankan dijatuhkan atau dilemparkan ke dalam galian.  Pada saat penanganan, jika terjadi kerusakan pada pipa, <i>fitting</i> , katup, atau perlengkapan, harus dilakukan perbaikan yang diperlukan atau menolak bahan yang rusak tersebut.
Pipa PE	Pipa PE diameter kecil diproduksi dalam bentuk rol. Penurunan ke dalam galian dapat dengan dua cara, yaitu dilepas dulu dari gulungannya baru diturunkan atau diturunkan dulu ke dalam galian dalam bentuk rol baru dilepas.  Pipa PE diameter besar diproduksi dalam bentuk batang. Penurunan pipa ke dalam galian pada pekerjaan pemasangan pipa PE, dilakukan sama seperti pipa " <i>ductile cast iron</i> ".

### 5.3.2 Pemeriksaan dan pembersihan sebelum pemasangan

Persyaratan yang ditetapkan untuk pipa besi daktal dalam pasal ini, juga berlaku untuk semua jenis pipa lainnya.

Semua pipa dan *fitting* harus diperiksa dari retak dan kerusakan lainnya secara teliti serta harus dijaga pada saat berada di atas galian, sesaat sebelum dipasang, dan pada posisi akhir.

Pipa atau *fitting* yang rusak atau cacat harus diletakkan secara terpisah, lalu diperiksa dan harus ditetapkan perbaikan yang diperlukan atau ditolak. Persyaratan yang harus dipenuhi, tergantung jenis pipa yang digunakan, lihat Tabel 4.

**Tabel 4 Persyaratan pemeriksaan dan pembersihan sebelum pemasangan pipa**

Jenis pipa	Persyaratan
Pipa <i>ductile cast iron</i> , Pipa GIP	Ujung <i>spigot</i> harus diperiksa dengan teliti, karena bagian ini paling mudah rusak sewaktu penanganan.  Semua gumpalan, gelembung udara, dan kelebihan lapisan pelindung harus disingkirkan dari <i>bell</i> dan ujung <i>spigot</i> pada setiap pipa. Sebelum pipa dipasang, bagian luar ujung <i>spigot</i> dan bagian dalam <i>bell</i> harus diperiksa, diseka bersih, kering dan bebas dari minyak atau lemak.



Tabel 4 Persyaratan pemeriksaan dan pembersihan sebelum pemasangan pipa (lanjutan)

Jenis pipa	Persyaratan
Pipa baja	<p>Setiap ujung pipa harus diperiksa secara khusus, karena bagian ini paling mudah rusak sewaktu penanganan.</p> <p>Bagian luar dan dalam pipa harus dibersihkan dengan kain kering dan bersih, dikeringkan serta bebas dari minyak dan lemak sebelum pipa dipasang.</p> <p>Bila ada profil pengaku badan guna melindungi ujung pipa, semua profil pengaku tersebut harus disingkirkan sampai bersih, demikian pula benda asing lainnya dalam pipa.</p>
Pipa PVC	<p>Ujung <i>spigot</i> harus diperiksa dengan teliti, karena bagian ini paling mudah rusak sewaktu penanganan. Pipa atau <i>fitting</i> yang rusak harus diletakkan terpisah dan diperiksa oleh pengguna jasa.</p> <p>Semua lepuhan gumpalan dan bahan lain yang tak berguna harus disingkirkan dari ujung <i>spigot</i> pada setiap pipa dan bagian luar ujung <i>spigot</i>. Sebelum pipa dipasang, bagian dalam <i>bell</i> harus diseka sampai bersih, kering dan bebas dari minyak dan lemak.</p> <p>Bagian dalam semua pipa yang terpasang, katup dan <i>fitting</i> yang telah terpasang harus dijaga agar tetap bersih dan bebas dari benda asing dan kotoran. Tindakan pencegahan berupa penggunaan kain pembersih selama pemasangan, dan penyumbatan kedap air semua bukaan/celah disetiap akhir pekerjaan setiap hari.</p>
Pipa PE	Tidak ada prosedur khusus.
Pipa FRP ( <i>fiberglass</i> )	<p>Ujung <i>spigot</i> harus diperiksa secara teliti karena bagian ini paling mudah rusak selama penanganan.</p> <p>Semua lepuhan, gumpalan dan bahan lain yang tak berguna harus disingkirkan dari <i>bell</i> ujung <i>spigot</i> setiap pipa dan bagian luar ujung <i>spigot</i>, dan sebelum pipa dipasang, bagian dalam <i>bell</i> harus diseka sampai bersih, kering dan bebas dari minyak dan lemak.</p> <p>Bagian dalam semua pipa yang terpasang, katup dan <i>fitting</i> yang telah terpasang harus dijaga agar tetap bersih dan bebas dari benda asing dan kotoran. Tindakan pencegahan harus berupa penggunaan kain pembersih selama pemasangan, dan penyumbatan kedap air semua bukaan/celah disetiap akhir pekerjaan setiap hari.</p>



### 5.3.3 Penyambungan pipa

#### 5.3.3.1 Jenis penyambungan

Jenis penyambungan pipa baja, pipa besi daktil, dan pipa *polyvinyl chloride* (PVC) sesuai dengan SNI 03-6405-2000, SNI 19-6782-2002, dan ISO TR 4191.

Jenis-jenis penyambungan pipa lainnya sesuai dengan jenis pipa, lihat Tabel 5.

**Tabel 5 Jenis penyambungan pipa**

No.	Jenis	Jenis pipa		
		GIP	PE	FRP
1	<i>Mechanical / Mekanis</i>		√	
2	<i>Solvent cement</i>			
3	<i>Push-on rubber ring</i>			
4	<i>Welding / pengelasan (heat fusion)</i>	√	√	
5	<i>Las elektrik (electro welding)</i>		√	
6	<i>Double bell couplings</i>			√
7	<i>Flange couplings</i>			√
8	<i>Flexible steel couplings / Kopling baja fleksibel</i>			√
9	<i>Mechanical steel couplings/kopling baja mekanis</i>			√
10	<i>Tumpul ( lay up )</i>			√

#### 5.3.3.2 Cara penyambungan

- penyambungan pipa dan aksesoris untuk pipa besi daktil (DCIP) harus sesuai dengan SNI 19-6782-2002;
- penyambungan pipa baja dan aksesoris untuk sambungan secara mekanis dilaksanakan sesuai dengan SNI 19-6782-2002, dan penyambungan dengan cara sambungan las dilaksanakan sesuai dengan SNI 03-6405-2000;
- penyambungan pipa besi galvanis (GIP) dan aksesoris untuk sambungan secara mekanis dilaksanakan sesuai dengan SNI 19-6782-2002 dan penyambungan dengan cara sambungan las dilaksanakan sesuai dengan SNI 03-6405-2000;
- penyambungan pipa *polyvinyl chloride* (PVC) dan aksesoris untuk sambungan solven semen, sambungan cincin karet, dan sambungan mekanik dilaksanakan sesuai dengan ISO TR 4191.
- pipa *polyethylene*:
  - dalam spesifikasi dan dokumen maupun gambar, pipa *polyethylene* disingkat dengan nama "PE" termasuk jenis thermoplastik;
  - untuk air minum spesifikasi pipanya adalah PE 50 yang diproduksi dari jenis HDPE atau MDPE;
  - perkakas dan peralatan yang sesuai bagi penanganan dan pemasangan pipa, katup dan *fitting* harus disediakan dan dipelihara dalam keadaan baik;
  - cara pemasangan pipa dan penggunaan perkakas serta peralatan harus sesuai dengan petunjuk dari pabrik;



5) jenis sambungan pipa *polythelene* sebagai berikut:

## (a) sambungan mekanis:

- (1) *mechanical-joint* (20 mm - 63 mm): sambungan plastik, *injection moulded, type push in* dengan O-ring dan ulir;
- (2) sambungan dari metal;

Pipa dimasukkan ke dalam sambungan lalu mur penekannya dikencangkan;

(b) *welding (heat fusion)*:(1) las tumpul/*butt welding* (63 mm - 250 mm):

- pipa diklem pada alat penekan dan kedua permukaan pipa harus dibersihkan serta diratakan dengan alat pengetam;
- setelah alat pengetam dilepaskan, plat pemanas dijepit di antara kedua permukaan pipa dengan sedikit tekanan untuk beberapa detik, kemudian plat pemanas dilepaskan. Tekan kedua pipa dengan tekanan tertentu sampai mendapatkan lebar yang dikehendaki dari bagian yang menyatu. Hilangkan tekanan untuk beberapa saat, setelah dingin klem dapat dibuka;

(2) *socket welding* (20 mm - 125 mm):

- pipa dipotong tegak lurus sumbunya;
- permukaan luar pipa dan bagian dalam *socket* harus dibersihkan dengan cairan pembersih khusus;
- jepit bagian ujung pipa yang sebelumnya telah diukur dengan mal yang sudah ditetapkan;
- masukkan ujung pipa dalam *socket* pemanas dan *socket* sambungan ke dalam *spigot* pemanas untuk beberapa detik;
- keluarkan alat pemanas dan bagian pipa harus segera dimasukkan ke dalam *socket* sambungan;
- biarkan beberapa saat sampai dingin;

(3) *saddle welding*:

- mula-mula kedua permukaan yang akan dilas harus dibersihkan dengan cairan pembersih;
- taruh piringan pemanas diantara pipa dan *saddle* dengan tekanan tertentu untuk beberapa saat;
- lepaskan piringan pemanas dan sambung segera pipa dengan *saddle* tersebut dengan tekanan tertentu untuk beberapa saat;
- setelah sambungan dingin baru pipa dilubangi dengan alat yang biasanya sudah ada pada sambungannya;

(c) las elektrik/*electro welding* (25 mm - 125 mm):

- (1) merupakan las otomatis dari *fitting* PE yang sudah ada kumparan pemanasnya;
- (2) cairan pembersih serta peralatan penyambungan harus disediakan;
- (3) selain itu, *control box* khusus dengan tegangan yang harus sama dengan tegangan dari spesifikasi sambungan yang ditetapkan oleh produsen sambungan harus sudah disediakan;
- (4) mula-mula kedua permukaan yang akan disambung harus dibersihkan dengan cairan pembersih;



- (5) sambung pipa dengan sambungan yang akan dilas;
- (6) kemudian kabel dari *control box* disambung ke dalam sambungan yang tersedia.
- (7) hidupkan *control box* dan secara otomatis akan berhenti sendiri bila proses penyambungan selesai;
- (8) sebagai kontrol material dari dalam akan ke luar dari lubang indikator pada sambungan.

f) pipa *fiberglass reinforced plastic*:

- 1) singkatan FRP atau GRP yang digunakan dalam spesifikasi dan dokumen ataupun gambar berarti *fiberglass reinforced plastic* atau *glassfiber reinforced plastic* yaitu pipa *fiberglass*;
- 2) perkakas dan peralatan yang sesuai bagi penanganan dan pemasangan pipa, katup dan *fitting* harus disediakan dan dipelihara dalam keadaan baik;
- 3) cara pemasangan pipa dan penggunaan perkakas serta peralatan harus sesuai petunjuk dari pabrik;
- 4) pipa harus diletakkan agar diperoleh perletakan/tumpuan yang seragam dan menerus sesuai jalur dan gradien dalam gambar kerja dan sesuai dengan jadual perletakan yang ditetapkan bagi pemasangan. Sebelum menempatkan pipa ke posisinya alinyemen dan gradien akhir harus dicek dengan peralatan survei;
- 5) setiap tindakan pencegahan harus diambil untuk mencegah benda asing masuk ke dalam pipa saat ditempatkan pada jalur pemasangannya. Selama pemasangan, tidak boleh ada sampah, perkakas, kain atau benda lainnya yang diletakkan/ditinggalkan dalam pipa;
- 6) setiap batang pipa yang diletakkan dalam galian, ujung *spigot* harus diletakkan di tengah *bell*. Pipa didorong masuk dan ditempatkan pada jalur dan gradien yang benar;
- 7) pipa harus dimantapkan di tempatnya dengan bahan urugan yang dipadatkan merata, kecuali pada bagian *bell*. Tindakan pencegahan harus diambil untuk mencegah tanah atau kotoran lainnya masuk ke dalam sambungan;
- 8) pada saat tidak dilakukan pekerjaan penyambungan, ujung terbuka pipa harus ditutup dengan cara yang memadai;
- 9) khususnya pada musim hujan, harus dilakukan tindakan untuk mencegah air hujan atau sampah dan benda lainnya masuk ke pipa yang telah dipasang dan jangan sampai pipa tersebut terapung;
- 10) pemotongan pipa:
  - (a) pemotongan pipa diusahakan semimum mungkin dan bila diperlukan, pemotongan harus dilakukan tegak lurus terhadap sumbu pipa dan permukaannya rata;
  - (b) pemotongan harus dilakukan dengan peralatan yang sesuai rekomendasi pabrik, yaitu mesin potong dengan mata potong yang tajam;
  - (c) ujung potongan dan tepian yang kasar harus diperhalus dan dipotong serong dengan alat khusus yang dibuat untuk keperluan tersebut;
  - (d) ujung potong serong harus sama dengan yang dibuat di pabrik dan permukaan *spigot* harus dibuat selicin mungkin;
  - (e) perkakas untuk memotong pipa dan membuat ujung potongan serong, harus sesuai dengan rekomendasi pabrik;



## 11) jenis sambungan pipa FRP sebagai berikut:

(a) sambungan *double bell coupling* yang paling banyak dipakai:

- (1) pertama-tama alur *coupling* dan gasket harus dibersihkan hingga tidak ada lagi kotoran yang tertinggal;
- (2) pasang gasket pada alur *coupling* dengan cara seperti yang direkomendasikan oleh produsen;
- (3) masukkan gasket pada alur *coupling* dengan cara pembagian tegangan yang merata. Kemudian oleskan pelumas pada gasket tersebut sejumlah yang sesuai dengan yang direkomendasikan oleh produsen;
- (4) bersihkan seluruh permukaan spigot dari debu kotoran dan lain-lain dengan kain yang bersih. Lalu oleskan pelumas secukupnya ke seluruh permukaan *spigot*. Setelah itu jaga jangan sampai *coupling* dan *spigot* kotor;
- (5) pemasangan *clamp*; *clamp* A diletakkan pada salah satu pipa, kemudian letakkan *clamp* B yang merupakan perbatasan pada pipa yang akan disambungkan posisi pipa yang akan disambung harus lurus (*center*);
- (6) letakkan pipa yang akan disambungkan dengan jarak secukupnya dari pipa yang telah disambung sebelumnya agar *coupling* bisa digerakkan dengan bebas;
- (7) pasanglah *come-along jacks* (*traker*) untuk menghubungkan *clamp* pipa dan letakkan balok kayu ukuran 100 x 100 mm di antara *coupling* dan pipa yang telah disambungkan. Bila sudah siap pipa yang akan dipasang *coupling* dimasukkan hingga menyentuh *clamp*. Letakkan papan di bawah *come-along jacks* untuk melindungi permukaan pipa dari gesekan;
- (8) kendurkan *come-along jacks* sebelum pipa dimasukkan ke *coupling* yang sudah tersambung pada pipa sebelumnya. Kemudian periksa apakah ujung *coupling* sudah sejajar dengan ujung pipa;
- (9) maximum deflexi angular pada setiap sambungan *coupling* tidak boleh melebihi nilai yang ditetapkan. Usahakan pipa disambung dengan posisi lurus, walaupun dalam kondisi tertentu deflexi tak dapat dihindarkan.

(b) sambungan *flange coupling* FRP :

- (1) bersihkan seluruh permukaan *flange* dan alur *ring "O"*;
- (2) pastikan gasket *ring "O"* bersih dan jangan gunakan gasket yang rusak;
- (3) letakkan gasket *ring "O"* pada alurnya dan gunakan perekat agar gasket tetap pada posisinya;
- (4) luruskan *flange* yang akan disambung;
- (5) masukkan baut ring dan mur. Semua peralatan harus bersih agar tidak mengganggu proses pengencangan;
- (6) gunakan kunci Ingtorsi, kencangkan semua baut sampai tekanan 35 n.m. Ikuti standar pengencangan baut *flange*;
- (7) ulangi prosedur ini hingga mencapai 70 n.m atau sampai ujung *flange* yang satu menyeluruh bagian dalam *flange* yang lain. Bila lebih dari 70 n.m, maka *flange* akan rusak;
- (8) periksa hasil putaran baut satu jam kemudian dan bila kendur kencangkan lagi hingga mencapai 70 n.m;

(c) sambungan *flexible steel coupling*:

Jenis *coupling* ini bisa digunakan untuk sambungan dan perbaikan. *Coupling* ini terdiri dari *mantle* baja dengan *sealer sleeve* karet pada bagian dalamnya.

Ada 3 jenis sambungan ini:

- (1) epoxy atau PVC coated steel mantle;
- (2) stainless steel mantle;
- (3) hot dip galvanized steel mantle;



(d) sambungan *mechanical steel coupling*:

- (1) *coupling* ini boleh digunakan untuk sambungan *rigid*;
- (2) *coupling* baja yang ditanam pada umumnya memiliki proteksi anti karat dengan *shrinkable sleeve polyethylene*;
- (3) instruksi pemasangan *manufacturing* telah tersedia bila *coupling* ini dipesan;
- (4) tekanan dan defleksi angular dari *coupling* ini harus dijelaskan oleh produsen;

(e) sambungan tumpul/*lay up joint*:

- (1) sambungan ini terbuat dari bahan serat gelas dan *polyester resin* dan digunakan dalam kondisi mempertahankan tegangan tarik aksial (*axial tensile stress*);
- (2) panjang dan ketebalan sambungan ini tergantung tekanan dan diameter pipa;
- (3) dalam melaksanakan sambungan ini dibutuhkan pengawasan dari tenaga ahli produsen.

Semua bahan pelicin (*lubricant*) untuk sambungan FRP harus disediakan sesuai rekomendasi dari produsen pipa.

#### 5.3.4 Konstruksi blok penahan (*thrust block*)

*Thrust block* berfungsi untuk meningkatkan kemampuan *fitting* dan aksesoris dalam menahan pergerakan dan terbuat dari beton  $f'_c = 20 \text{ MPa}$  ( $\approx 200 \text{ kg/cm}^2$ ) dan diletakkan langsung pada tanah stabil dengan pondasi agregat dengan ketebalan minimum 200 mm.

Bila daya dukung tanah pada lokasi blok penahan tidak sesuai dengan rencana, maka perkuatan daya dukung dilakukan dengan menggunakan cerucuk bambu atau dengan cara lain yang disetujui.

Bila terjadi celah antara dinding tanah galian dan lengkung luar dinding blok penahan sebagai akibat penggalian yang melampaui ukuran yang ditetapkan, maka celah tersebut harus diisi dengan kerikil yang dipadatkan dengan merata.

#### 5.3.5 Lapisan pelindung luar (*coating*) dan lapisan pelindung dalam (*lining*)

Lapisan pelindung luar dan lapisan pelindung dalam untuk pipa baja harus sesuai dengan SNI 07-6398-2000.

Pelapisan pipa baja dan *fitting* dilakukan sebagai berikut:

a) pipa baja yang terekspos:

- 1) seluruh permukaan pipa baja dan *fitting* yang terekspos udara, harus diberi tiga lapisan cair sebagai tambahan pada lapisan primer dan lapisan pertama dari pabrik, dan dilakukan setelah pembersihan dan pengeringan permukaan lapisan tersebut;
- 2) jika ditemui kerusakan sebelum pelapisan di lapangan, kerusakan tersebut harus diperbaiki. Pelapisan tersebut harus dilaksanakan sesuai dengan urutan sebagai berikut:
  - (a) lapisan pertama dengan menggunakan meni besi, total minimum ketebalan lapisan kering, 35 microns;



- (b) lapisan kedua dengan menggunakan cat dasar, total minimum ketebalan lapisan kering, 25 microns;
- (c) lapisan ketiga dengan menggunakan dua lapis cat akhir, masing-masing 20 microns;

Lapisan pertama harus memenuhi JIS K5622 atau JIS K5523 atau yang setara.

Lapisan pertama, kedua dan ketiga, jika memungkinkan harus dari produk pabrik yang sama. Produk untuk lapisan primer dan lapisan pertama harus produk yang terdaftar.

Semua penopang, angker dan perlengkapan lainnya harus dicat sebagaimana ditetapkan untuk pipa dan *fitting* yang mana mereka terpisah;

b) pipa baja yang terendam:

1) lapisan pelindung yang digunakan pada pipa baja yang terendam terdiri dari:

(a) *heat-shrinkable sleeve* atau sistem *sheet* (untuk sambungan dengan pengelasan):

- (1) semua sambungan yang dilas dan dipendam di bawah tanah harus dilindungi dengan *heat-shrinkable sleeve* atau *sheet*;
- (2) pekerjaan pemasangan harus dilakukan di bawah petunjuk instruktur yang ditugaskan oleh pemasok bahan tersebut.

(3) pemasangan *sleeve*:

- panjang tumpang tindih (*overlapping*) antara lapisan dari pabrik dan lapisan yang dipasang di lapangan harus lebih dari 50 mm pada kedua sisinya.
- sebelum pekerjaan pengelasan sambungan, sejumlah *sleeve* yang diperlukan harus dipotong dengan panjang yang sesuai, dan disisipkan ke pipa sebelum ditempatkan dalam galian;
- *sleeve* tersebut harus berada di tempat yang tidak terpengaruh oleh panas pengelasan;

(4) penanganan pendahuluan permukaan pipa:

- semua percikan, butiran dan lain sebagainya yang timbul di daerah pengelasan harus disingkirkan dengan alat pembersih yang memadai;
- setiap permukaan pipa akan ditutup dengan *sleeve* harus dihaluskan terlebih dahulu;

(5) pemanasan pendahuluan pada pipa:

- daerah yang akan ditutupi dengan *wrapping*, harus dipanasi dahulu dengan pembakar (*burner*) sampai kurang lebih 60 derajat, dan *wrapping* harus diletakkan di tempatnya untuk menutupi daerah sambungan, setelah menyingkirkan lapisan pemisah dari *wrapping*;
- panjang tumpang tindih antara lapisan dari pabrik dan lapisan yang dipasang di lapangan harus lebih besar dari 50 mm;

(6) pemanasan dan pengerutan *sleeve*:

- pemanasan *sleeve* harus dilakukan dengan pembakaran, mulai dari bagian tengah *sleeve*;
- udara yang berada di antara *sleeve* dan pipa harus disingkirkan seluruhnya secara perlahan dan pasti;



- pengerutan akan berlanjut secara merata sampai sifat adhesive *sleeve* timbul;

(7) *head-shrinkable sheet*:

- penanganan pendahuluan permukaan pipa:
  - penanganan komponen terdahulu pada Subpasal (a) dan Subpasal (3) sampai dengan (6) dari *head-shrinkable sleeve*, kata *sleeve* harus dibaca *sheet*;
- pemanasan pendahuluan pipa:
  - bagian yang akan ditutup dengan *sheet*, harus dipanaskan dahulu dengan pembakaran sampai kurang lebih 60 derajat;
  - panjang tumpang tindih umara pelapisan dari pabrik dan pelapisan di lapangan harus lebih dari 50 mm, dan tumpang tindih untuk *sheet* itu sendiri harus lebih dari 100 mm;
- pemanasan dan pengerutan *sheet*:
  - setelah melakukan *sheet* pada pipa, *sheet* tersebut harus dikerutkan dengan pembakaran secara merata, dan udara yang berada di antara *sheet* dan pipa harus disingkirkan seluruhnya secara perlahan tapi pasti;
  - pengerutan harus dilanjutkan sampai bahan perekatnya timbul dari *sheet*;

(b) pelapisan *epoxy* atau *coat tar epoxy lining system* (untuk *sleeve coupling*):

- (1) *sleeve coupling* harus dilindungi dengan bahan khusus dan bahan ini harus ditangani dengan sangat hati-hati jangan sampai rusak ataupun menggores permukaan bahan pelapis;
- (2) semua bagian yang rusak atau tergores dan bagian sekitarnya pada permukaan lapisan pelindung *sleeve coupling* harus diberi lapisan kembali;
- (3) pelapisan *epoxy*:
  - satu (1) lapisan dari cairan *epoxy primer*;
  - satu (1) atau lebih lapisan cairan *finish coat*;
- (4) pelapisan *coat tar epoxy*:
  - satu (1) lapisan *epoxy primer*;
  - dua (2) lapisan *epoxy finish coat*;

(c) *petrolatum corosin protective tape system* untuk sambungan ekspansi:

- (1) semua sambungan *expansion* harus dilindungi dengan pelindung korosi *petrolatum*;
- (2) pekerjaan pemasangan harus dilaksanakan dibawah pengawasan instruktur yang ditugaskan oleh pemasok bahan;
- (3) pembungkusan pita pelindung oleh bahan tersebut harus dilanjutkan ke bagian beton tidak kurang dari 150 mm sesuai dengan petunjuk dari pabrik;



- (4) permukaan yang akan dilapisi dengan pelindung korosi *petrolatum* harus dibersihkan. Karat, kotoran dan debu, air, minyak dan lemak harus disingkirkan seluruhnya dari permukaan yang akan dilapisi;
  - (5) setelah membersihkan permukaan, permukaan tersebut harus ditutup dengan pasta. Cekungan harus diisi dengan bahan pengisi (*filter*) sampai permukaan rata dan halus. Pasta tersebut dan bahan pengisi harus produk yang disuplai oleh pabrik, pita pelindung korosi *petrolatum*;
  - (6) pita pelindung korosi *petrolatum* harus ditarik dengan tegangan yang cukup agar cukup merenggangkan pita tersebut. Paling sedikit 150 mm permukaan pita harus ditekan dengan tangan agar dapat mengikatnya dengan baik dan mantap;
  - (7) dalam hal pita yang disediakan pemilik habis, penyedia jasa pelaksanaan konstruksi harus menyediakan pita yang sama atau setara yang disetujui pengguna jasa atas biaya penyedia jasa pelaksanaan konstruksi sendiri.
- 2) standar ini mencakup hanya hal-hal yang bersifat dasar dan hal-hal yang tak dapat dihindarkan. Semua rincian cara pemasangan harus sesuai dengan yang direkomendasikan oleh pabrik.

### 5.3.6 Pemasangan selubung

#### 5.3.6.1 Pemasangan selubung *polyethylene*

Pembungkus *polyethylene* harus dipasang di sekeliling pipa yang terletak di bawah tanah secara menerus sepanjang jalur pipa yang ditetapkan atau sesuai gambar kerja.

Selubung *polyethylene*, harus mencegah kontak antara pipa dan urugan di sekelilingnya maupun bahan alas (*bedding material*), tetapi bukan untuk memperoleh keadaan kedap udara maupun kedap air.

Pemasangan selubung *polyethylene* secara umum harus sesuai dengan ANSI/AWWA C 105/A.

Rincian cara pemasangan dan prosedurnya harus sesuai dengan petunjuk pabrik termasuk pula pemakaian perlengkapan pita perekat, dan lain sebagainya.

Selubung *polyethylene* tidak diperlukan bagi katup/*valve* yang dipasang dalam ruang katup (*valve chamber*) atau diberi alas beton.

#### a) cara pemasangan:

- 1) untuk pipa lurus digunakan *polyethylene* berbentuk pembuluh (*tube*). Bahan harus dipasang (disarungkan) di sekeliling dan sepanjang pipa, serta perlu diberi tumpang tindih (*overlapping*) paling sedikit 0,3 m di setiap ujung dengan pipa yang berdekatan. Tumpang tindih ini harus dikencangkan dengan memakai pita karet atau pita perekat untuk menahan selubung sampai pengurugan selesai dikerjakan;
- 2) pemasangan selubung *polyethylene* untuk *fitting* seperti *blend*, *reducer*, *collar* diluar *valve*, *tee*, *cross* dan perlengkapan lain dengan bentuk tak beraturan, harus dikerjakan dengan cara yang sama dengan yang di atas;
- 3) pemasangan *valve*, *tee*, *cross* dan perlengkapan dengan bentuk tak beraturan lainnya harus menggunakan cara yang ditentukan oleh pabrikan;



- 4) untuk *branch*, *blow-off*, katup udara, dan perlengkapan serupa perlu dibuat bukaan dengan membuat potongan, bentuk silang pada selubung dan melipat balik lembaran tersebut;
  - 5) setelah pemasangan, bagian yang kendor, harus diikat dengan kencang antara selubung dengan memakai pita perekat dan pita karet. Potongan harus diperbaiki dengan pita perekat, demikian pula untuk bagian lainnya yang rusak;
  - 6) penyelubungan harus diperpanjang sampai ke pipa yang berdekatan melampaui sambungan minimum sepanjang 0,3 m. Lingkaran pada ujung selubung harus dikencangkan dengan pita perekat maupun pita pengikat;
  - 7) selubung *polyethylene* harus diperpanjang sampai ke beton dimana pipa dipasang, masuk ke dinding beton atau selubung beton;
- b) pengurugan pada pipa yang memakai selubung *polyethylene*:
- 1) pengurugan dengan bahan dan cara yang sama ditetapkan bagi pipa yang tidak diselubungi *polyethylene*, dipakai juga bagi pipa yang diselubungi, dilakukan secara hati-hati untuk mencegah kerusakan pada selubung *polyethylene*;
  - 2) bahan urugan harus bebas dari kotoran, batu besar, karang, batu, ataupun bahan lainnya yang dapat merusak selubung *polyethylene*.

#### 5.3.6.2 Pemasangan selubung beton (*concrete encasement*)

Bila dalam gambar kerja ditunjukkan penyelubungan pipa dengan beton, maka penyelubungan harus dikerjakan secara hati-hati agar tidak merusak atau menggeser pipa selama pengecoran adukan beton.

Walaupun tidak ditunjukkan dalam gambar kerja, bila diperlukan, pipa yang diselubungi beton harus dilindungi.

Selubung beton diperlukan pada lokasi berikut ini:

- a) perlintasan pada saluran terbuka yang ada atau gorong-gorong;
- b) pada lokasi lainnya, bila diperlukan untuk melindungi pipa atau bangunan yang ada beserta fasilitasnya.

#### 5.3.7 Pengujian pada pengelasan pipa

Pengujian tanpa merusak pada pengelasan di lapangan:

- a) pengujian dilakukan tanpa merusak sambungan dengan pengelasan setelah pemasangan pipa. Pada bagian pipa baja bawah tanah, semua pengelasan di lapangan harus diuji dengan cara uji cairan penembus dengan pewarna (*dye penetram test*);
- b) pengujian harus dilakukan oleh perusahaan pemeriksa yang independen yang memiliki sertifikat dari badan yang berwenang;
- c) laporan mengenai hasil pengujian sambungan dengan pengelasan yang dilakukan di lapangan berisi analisa dari pengujian, film, rekaman foto, dan sebagainya;
- d) untuk jembatan pipa, harus diuji sepanjang seluruh pinggiran pada setiap sambungan, dengan cara pengujian radiografi, kecuali ditetapkan lain.



- 1) pengelasan alur dan pengelasan kedua harus diperiksa secara visual. Kerusakan berikut ini dapat menyebabkan ditolaknya hasil pengelasan sehingga harus dilas dan diuji kembali:
  - (a) adanya lubang (*pit*) di permukaan;
  - (b) adanya potongan berlebih (*under cut*) dengan kedalaman 1 mm atau lebih;
  - (c) adanya potongan berlebih (*under cut*) dengan kedalaman lebih dari 0,5 mm dan kurang dari 1,0 mm dan lebih dari ketebalan dinding;
  - (d) adanya tumpang tindih (*overlap*);
  - (e) adanya penguatan berlebih (*excess reinforcement*) pada pengelasan;
  - (f) butiran yang tidak merata (*uneven beads*), dan;
  - (g) adanya kerusakan akibat nyala (*arc strike*);
- 2) uji cairan penembus dengan warna:
  - (a) penetrasi warna harus dipakai pada pengelasan terakhir dan prosedur pelaksanaan harus memenuhi rekomendasi pabrik;
  - (b) adanya retakan dan atau lubang harus diperbaiki dan diuji ulang;
  - (c) uji cairan penembus dengan warna dapat ditiadakan bila kemampuan pengelasan dapat diterima, atas dasar laporan pengujian yang diserahkan oleh perusahaan pemeriksa yang independen.

### 5.3.8 Pekerjaan pemasangan pipa pada konstruksi bangunan khusus

#### 5.3.8.1 Pemasangan pipa pada jembatan pipa

Semua pipa, *fitting* dan *coupling* harus dipasang dan disambung sesuai jalur dan ketinggian yang diperlihatkan dalam gambar kerja.

- a) *chambering*:
  - 1) pada setiap bentang jembatan pipa, pipa harus dipasang di atas bekisting berbentuk melengkung. Besarnya *chambering* harus direncanakan sesuai dengan jenis pipa, ketebalan dan diameter pipa yang digunakan serta apabila perancah dilepas maka bentang pipa menjadi lurus;
  - 2) gambar kerja yang memperlihatkan susunan rinci bahan pipa dan juga garis pemotongan dan sudut masing-masing pipa untuk lawan lendut harus disiapkan;
- b) pendukung berbentuk cincin (*ring support*):
  - 1) *fixed type ring support* yang ditunjukkan dalam gambar kerja harus dianggap pendukung berbentuk cincin yang dipasang di bantalan pilar;
  - 2) *sliding type ring support* harus dianggap sebagai pendukung berbentuk cincin yang dapat digeser secara horisontal di bantalan pilar ke sumbu jalur pipa;
  - 3) pendukung harus terbuat dari baja yang memenuhi standar yang ditetapkan, dan dibuat sesuai gambar kerja. Demikian pula dengan baut, angker dan sekrup harus terbuat dari baja yang memenuhi standar yang berlaku. Pendukung berbentuk cincin harus dilas merata melingkari pipa baja;
- c) pengujian las:
  - 1) semua sambungan yang dilas pada jembatan pipa harus diuji secara radiografi;
  - 2) pengujian radiografi harus dilakukan oleh penguji yang kompeten;



- 3) pengujian hasil pengelasan harus dilakukan sesuai dengan JIS Z 3104, atau standar lain yang setara;
- 4) setelah pengujian las, semua permukaan bagian dalam (interior), sambungan las, dan permukaan bagian luar (eksterior) harus dicat;
- 5) lapisan pelindung luar dan lapisan pelindung dalam;
- 6) semua pipa baja yang terekspos, *fitting*, sambungan dan pipa yang akan ditanam dalam tanah harus dilindungi sesuai dengan SNI yang berlaku untuk pelapisan pipa baja mengenai lapisan pelindung luar dan lapisan pelindungan dalam.

#### 5.3.8.2 Perlintasan dengan rel kereta api

Konstruksi perlintasan pipa melalui rel kereta api harus direncanakan dan dilaksanakan oleh PT. Kereta Api Indonesia (PT. KAI).

#### 5.3.8.3 Pekerjaan penembusan pipa (*pipe driving work*)

Sebelum pekerjaan konstruksi, struktur lapisan bawah tanah, infrastruktur dan sumur yang berada disekitar lokasi pekerjaan harus diselidiki supaya pekerjaan penembusan pipa tidak mengganggu.

Sebelum, selama dan setelah berjalannya penembusan, pengukuran secara mekanis harus dibuat. Selain itu, ketinggian tanah didata, penurunan ketinggian permukaan jalan dan muka air sumur, jika ada, harus ditanggulangi. Bila diketahui adanya penurunan ketinggian, pekerjaan penembusan harus segera dihentikan dan dilaporkan.

Kerusakan terhadap marka dan rambu lalu lintas di permukaan jalan, struktur lapisan bawah tanah, infrastruktur dan lainnya yang diakibatkan pekerjaan penembusan harus diperbaiki dan/atau diperbaharui.

Pekerjaan penembusan pipa meliputi:

- a) penyelidikan tanah di lokasi strategis harus dilakukan, untuk melihat struktur lapisan tanah dan batuan yang akan dilalui pipa;
- b) daya tembus (*driving power*) yang diperlukan harus dihitung berdasarkan hasil penyelidikan tanah;
- c) gambar kerja dibuat berdasarkan hasil penyelidikan tanah dan daya tembus;
- d) ketebalan tanah penutup kedalaman pipa yang ditembus harus mengikuti persyaratan yang berlaku setempat;
- e) ruang penembus (*driving pit*):
  - 1) ruang penembus harus dibuat sedemikian guna memberikan ruang yang cukup bagi pekerja untuk menurunkan, menembus dan menyambung pipa secara aman dan efisien dalam ruang tersebut;
  - 2) keperluan untuk pengamanan dan pemeliharaan, terhadap umum dan lalu lintas harus benar-benar dipenuhi. Di dasar setiap ruang penembus harus dilengkapi dengan ruang pengering dan pompa yang menjaga agar ruang tetap kering sepanjang waktu pekerjaan penembusan;
  - 3) setiap ruang penembusan juga harus memiliki peralatan yang memadai untuk menaruh pipa dan peralatan penembus dan untuk menyingkirkan tanah hasil galian;



## (a) penurapan dan penopangan:

- (1) sebelum penggalian ruang penembus, turap tiang baja (*steel sheet pile*) harus dipancangkan sepanjang dinding ruang sesuai gambar kerja;
- (2) tiang turap harus dipancang sepanjang permukaan luar penopang. Pemasangan yang dilakukan sebelum pemancangan tiang turap harus memanfaatkan penopang sebagai pedoman pemancangan, guna mencegah turap melintir atau melengkung selama pemancangan;
- (3) seluruh tiang turap harus dipancang ke tanah sampai kedalaman tidak kurang dari 8 (delapan) meter. Ukuran dan dimensi penopang baja harus direncanakan sedemikian agar mampu mendukung tiap turap yang dipancang di sisi luarnya;
- (4) penyusunan kerangka penopang baja harus dibuat sama dengan ukuran yang diperlihatkan dengan pengelasan atau pembautan, dan kerangka setelah tiang turap dipancang harus dikencangkan dan kerangka ini tidak boleh dilas ke tiang turap;

## (b) pondasi dan beton penahan desakan:

- (1) setelah dilakukan perataan dan pemasangan pondasi batuan pada permukaan dasar ruang penembus dengan ketebalan 150 mm pada seluruh permukaannya;
- (2) pada pondasi batuan terpasang harus diberi lantai kerja berupa beton tumbuk dengan campuran 1:3:5 dengan ketebalan 150 mm dan disediakan pula tempat pengeringan serta penyambungan pipa dengan ukuran sesuai gambar kerja dengan lebar 2 meter;
- (3) beton penahan desakan harus sanggup menahan desakan tenaga dorong tanpa mengalami pergeseran atau kerusakan, maka agar memungkinkan semua gaya dorong secara efisien bekerja pada pipa penembus, harus disusun sesuai gambar kerja;
- (4) sebagai langkah utama pembuatan beton penahan desakan, berdasarkan kebutuhan daya dorong, dihitung kekuatan tulangan beton yang diperlukan sehingga mampu mencegah kerusakan atau pecahnya beton;

f) ruang penerima tembusan (*arriving*) harus dipasang turap dan penopang sedemikian rupa sehingga dapat menerima pipa penembus pada posisi dan ketinggian/elevasi yang tepat serta dapat untuk menyambungkan dengan pipa biasa seperti ditunjukkan pada gambar kerja setelah ujung pipa penembus diangkat;

g) penembusan pipa-pipa harus dilakukan sesuai dengan instruksi pabrik pembuat serta persyaratan berikut ini:

## 1) persiapan:

- (a) setelah melakukan penyetelan ujung pipa penembus pada posisi dan ketinggian/elevasi yang benar, sebagian dari dinding turap di depan alat penembus tersebut dipotong dengan pengelasan atau cara lain sehingga memungkinkan pipa ditembuskan pada bukaan yang dibuat;
- (b) ukuran dari bukaan harus kira-kira 200 mm lebih besar daripada diameter pipa tembus yang akan didorong. Bentuk pemotongan bukaan harus dikerjakan sedemikian rupa dan menunjukkan hasil kerja berketrampilan tinggi;
- (c) setelah pendorongan pipa pertama, ruangan antara pipa dan bukaan turap harus diisi dengan karung pasir atau material lainnya untuk mencegah masuknya gumpalan tanah ke dalam ruangan penembus;



- 2) pemasangan ujung pipa penembus dan bantalan pendorong (*leading pipe*):
  - (a) dalam usaha mengurangi hambatan geser tanah, ujung pipa penembus harus dipasang pada ujung *spigot* pipa tembus pertama sebagaimana ditunjukkan pada gambar kerja;
  - (b) bantalan pendorong harus dipasang pada pipa penembus sebagai usaha meneruskan gaya dorong secara tersebar dan merata pada seluruh permukaan dari ujung pipa penembus yang didorong;
- 3) penembusan:
  - (a) pelaksanaan penembusan pipa harus dilakukan semua secara terus menerus hingga selesai untuk menghindari peningkatan lekatan geser antara pipa dengan tanah;
  - (b) bila keadaan daya dorong penembusan melampaui batas taksiran kekuatan untuk kondisi tertentu, pekerjaan penembusan pipa harus dengan segera dihentikan dan dipertimbangkan kembali sesuai petunjuk/pengarahannya yang lebih sesuai;
  - (c) dalam hal lebih dari dua buah kaki pendorong digunakan untuk penembusan, harus diupayakan semua kaki-kaki pendorong tersebut bekerja secara serempak;
- 4) penyambungan pipa-pipa penembus:
  - (a) setelah pipa didorong masuk sampai panjang tertentu hingga perlu penyambungan, penyambungan dengan pipa berikutnya dilakukan di dalam ruang penembus;
  - (b) penyambungan harus dilakukan sesuai dengan pasal-pasal yang mengatur penyambungan atau sesuai dengan instruksi pabrik pembuat;
- 5) pembuangan tanah dari dalam pipa:
  - (a) tanah yang berada di dalam ujung kepala pipa penembus sepanjang kurang lebih satu meter diukur dari ujung terdepan tidak perlu dibuang;
  - (b) selama pembuangan tanah tidak boleh menimbulkan kerusakan pada lapisan pelindung dalam pipa;
- 6) sepanjang waktu pelaksanaan pekerjaan, pengukuran datar, titik henti dan survei lainnya yang diperlukan harus dilakukan untuk penembusan pipa sehingga berlangsung dengan tepat sesuai jalur ketinggian yang diminta;
- h) pengujian sambungan:
  - 1) segera dan sedapat mungkin setelah panjang jalur pipa yang diminta telah tembus tertanam sesuai dengan rencana, uji tekanan air harus segera dilakukan sesuai dengan persyaratan dalam standar ini;
  - 2) bila kebocoran terjadi atau terdapat cacat lain yang ditemukan pada saat pengujian, harus diperbaiki atau diperbaharui;
- i) pemasangan pipa-pipa:
  - 1) setelah menyelesaikan pekerjaan penembusan, tahapan-tahapan berikut ini harus dilakukan, sesuai gambar kerja;
  - 2) untuk pipa berdiameter 700 mm atau lebih, pipa penembus dipergunakan langsung sebagai bagian dari jalur pipa utama;
  - 3) untuk pipa penembus berdiameter 800 mm dan dari jenis pipa baja, pipa penembus dipergunakan sebagai selubung untuk jalur pipa utama, dan pipa-pipa lain seperti



*ductile cast iron pipe*, pipa baja dan PVC yang lebih kecil harus dipasang ke dalam selubung tersebut;

(a) pemasangan pipa *ductile cast iron*:

- (1) pipa harus disambung dengan penyambung sesuai gambar kerja;
- (2) semua bagian pipa yang menanjak termasuk *bend* atau *fitting* harus dilindungi dengan selimut beton bertulang dengan cara yang sama seperti blok-blok penahan tekanan untuk *blend* vertikal;
- (3) penyambungan dari pipa-pipa harus dilaksanakan sesuai dengan pasal dalam standar ini;

(b) pemasangan pipa baja atau PVC:

- (1) pipa yang dimasukkan dalam selubung harus dikerjakan penyambungannya di dalam ruang penembus seperti yang ditetapkan pada pasal sebelumnya dan didorong masuk ke dalam selubung dengan peralatan dan cara yang memadai serta hati-hati;

(2) pengujian sambungan:

- setelah memasang pipet ke dalam selubung, uji tekanan air harus dilaksanakan sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan dalam standar ini;
- bila kebocoran terjadi atau cacat lain ditemukan pada waktu pengujian, maka harus diperbaiki atau diganti;

(3) perlindungan dengan beton:

- setiap bagian yang menanjak dari pipa yang dipasang termasuk *bend* atau *fitting* harus dilindungi dengan selimut beton bertulang sesuai dengan pembuatan blok beton penahan tekanan untuk *bend* vertikal;
- sambungan pipa harus dipasang sesuai dengan yang ditetapkan dalam standar ini;

(4) penyelubungan dengan beton:

- rongga-rongga yang terbentuk antara pipa selubung dan pipa-pipa yang dimasukkan ke dalamnya harus diisi dengan beton tumbuk campuran 1:3:5 memakai pompa beton;
- ukuran agregat kasar untuk beton tumbuk tidak boleh lebih dari 25 mm;

j) pengurugan ruang penembus:

- 1) sebelum memulai pengurugan ruang penembus dan ruang penerima, beton penahan desakan harus dibuang dari ruang-ruang tersebut;
- 2) setelah pekerjaan penembusan dan penyambungan pipa sebagaimana dimaksud telah selesai dilapisi dengan lapisan pelindung luar dan lapisan pelindung dalam, maka pada setiap dilakukan sambungan pipa baja, ruang-ruang ini harus diurug;
- 3) ruang-ruang harus ditimbun dengan pasir atau batu pecah dari dasar hingga ke dasar selubung beton;
- 4) material timbunan harus dipadatkan setiap ketebalan 150 mm dengan menggunakan pemadat tangan atau peralatan yang disetujui;
- 5) pasal selanjutnya, di atas timbunan pasir atau batu pecah hingga sampai pada permukaan awal harus diurug dengan material terpilih sesuai dengan persyaratan dalam standar ini.



#### 5.3.8.4 Perletakan pipa di bawah air

- a) penyelam harus dilengkapi dengan peralatan kerja pada maksimum kedalaman dan peralatan keamanan harus disediakan, bila perlu termasuk *pipe locator (magneto meter)* yang sesuai untuk pekerjaan bawah air;
- b) sebelum melaksanakan pekerjaan, survei yang harus dilakukan:
  - 1) kedalaman sungai rata-rata;
  - 2) perbedaan muka air pada saat pasang;
  - 3) kecepatan arus sungai;
  - 4) penyelidikan tanah di sungai;
- c) sebelum memulai pekerjaan di bawah air, lakukan hal-hal berikut ini:
  - 1) ajukan usulan metoda kerja;
  - 2) atur dan rangkai perpipaan yang akan dipasang;
  - 3) atur lalu lintas sungai bila ada;
  - 4) urus perijinan untuk memulai kerja;
- d) dalam mengajukan usulan metoda kerja, tegangan tarik maksimum yang diijinkan pada setiap tempat di dinding pipa harus diperhitungkan, yaitu setiap saat selama pekerjaan penempatan pipa sehubungan dengan pembelokkan, penarikan, beban tanah, beban luar (*eksternal*) lainnya, tekanan internal dan lain-lain tidak lebih dari 2 MPa ( $\approx 20 \text{ kg/cm}^2$ );
- e) urutan pelaksanaan pekerjaan penempatan pipa di bawah air sebagai berikut:
  - 1) lakukan survei pra-pengerukan sebelum pelaksanaan pengerukan dimulai;
  - 2) monitor progres pekerjaan selama pengerukan;
  - 3) lakukan survei setelah pengerukan untuk memastikan bahwa profil parit yang diinginkan telah di capai;
  - 4) sebaiknya lakukan survei pra-penempatan, sebelum penempatan pipa pada parit yang telah dibuat. Bila perpipaan langsung ditempatkan setelah pengerukan selesai, survei dilakukan setelah pengerukan bersamaan dengan survei pra-penarikan pipa;
  - 5) monitor pekerjaan penempatan pipa untuk memastikan posisi letak pipa dan penempatan *head*;
  - 6) lakukan survei setelah penempatan (*as built survei 1*), untuk memastikan posisi letak pipa;
  - 7) bila penimbunan diperlukan, monitor kembali penimbunan parit terutama bila terjadi sesuatu;
  - 8) lakukan survei setelah penimbunan (*as built survei 2*), untuk memastikan penimbunan parit dengan kerikil dan lempung telah dilaksanakan dengan baik;
  - 9) bila perlu, boleh dilakukan survei-survei lainnya;
- f) setelah penempatan pipa, perlu dilakukan pengujian sebagai berikut:
  - 1) pengujian tekanan hidrolis, sesuai dengan pemasangan pipa biasa;
  - 2) pengujian kalibrasi, yaitu untuk memastikan internal diameter di sepanjang pipa tidak lebih dari 5 persen kurang lebihnya daripada nominal internal diameter di setiap tempat.

#### 5.3.9 Pengurugan

Pasal ini boleh diterapkan untuk semua jenis pekerjaan pemasangan dan penyambungan pipa. Urugan mencakup menyediakan, menempatkan dan memadatkan semua bahan untuk mengisi/mengurug galian pemasangan pipa dan galian untuk bangunan lainnya. Urugan



tidak boleh dijatuhkan secara langsung pada pipa atau bangunan lainnya. Kecuali ditentukan lain, bahan yang digunakan untuk pengurugan harus berupa bahan yang terpilih.

Urugan harus dikerjakan setelah semua pipa terpasang diperiksa dan disetujui.

#### **5.3.9.1 Bahan urugan**

Bahan untuk urugan bila tidak ditetapkan lain dalam persyaratan dan gambar rencana harus memenuhi persyaratan berikut ini:

- a) bahan terpilih yang merupakan bahan yang diambil dengan penggalian atau diangkat, tidak mengandung batu atau benda padat yang ukurannya tidak lebih besar dari 50 mm dalam bentuk apapun dan juga tidak mengandung bahan organik seperti rumput, akar, semak atau tumbuhan lainnya, dan tidak bersifat mengembang (*non-expansive nature*);
- b) semua pasir yang digunakan untuk urugan, harus pasir alam yang berbutir halus hingga sedang, tidak bergumpal, dan bebas dari kotoran, arang, abu, sampah, atau bahan lainnya. Bahan tersebut tidak boleh mengandung lempung dan tanah liat lebih dari 10% dari berat bahan keseluruhan;
- c) kerikil yang dipakai untuk urugan, harus berupa kerikil alam, memiliki partikel yang kuat dan berbutir halus sampai sedang dalam bentuk yang cukup seragam, tidak mengandung batu besar atau batu dengan ukuran lebih besar dari 50 mm. Kerikil harus bebas dari kotoran, arang, abu, bahan tak terpakai/buangan atau bahan yang tidak boleh ada atau bahan buangan lainnya. Kerikil tidak boleh mengandung tanah liat, lempung dan tidak boleh bergumpal.

#### **5.3.9.2 Urugan pada galian**

Urugan pada galian sebagai berikut:

- a) lapisan alas, sesuai dengan Subpasal 5.2.5;
- b) urugan di bawah pipa, sesuai dengan Subpasal 5.2.5;
- c) urugan di atas pipa:
  - 1) pada garis tengah pipa dan perlengkapannya sampai pada kedalaman 100 mm di atas pipa baja, galian harus diurug dengan peralatan tangan (secara manual) atau cara mekanis lainnya yang telah disetujui;
  - 2) bahan dan cara pengurugan harus sesuai gambar rencana, dan ditempatkan secara berlapis dengan ketebalan tidak lebih dari 200 mm dan dipadatkan dengan tongkat pemadat dengan kepadatan kering maksimum 95%;
  - 3) untuk pipa *polyvinyl chloride*, galian harus diurug dengan cara konvensional atau cara mekanis yang telah disetujui, sampai kedalaman 300 mm di atas puncak pipa PVC dan tidak boleh merusak pipa;
- d) urugan sampai permukaan:
  - 1) dari kedalaman 100 mm di atas pipa baja sampai permukaan, galian harus diurug dengan peralatan tangan (secara manual) atau yang disetujui, ditempatkan berlapis dengan ketebalan tidak lebih dari 200 mm, dan dipadatkan dengan tongkat pemadat untuk mencegah permukaan tanah amblas setelah penyelesaian pekerjaan pengurugan;



- 2) untuk pipa *polyvinyl chloride*, galian harus diurug dengan tangan (secara manual) atau cara mekanis yang telah disetujui, dari kedalaman 300 mm di atas pipa PVC sampai pada permukaan.

#### 5.3.9.3 Pengujian kepadatan

Bila urugan perlu dipadatkan sampai kepadatan tertentu, pengujian pemadatan dapat dilakukan sesuai dengan ASTM D 698.

#### 5.3.10 Perlindungan terhadap lereng sungai, saluran dan selokan

Pada pipa yang menyeberang sungai, saluran atau selokan, dan juga pada titik buang katup penguras (*blow-offs*), pada bangunan ini harus diberikan perlindungan terhadap lereng dengan menggunakan batu lapis lindung (*riprap*) atau cara lain yang telah disetujui untuk mencegah kemiringan lereng runtuh:

- a) batu lapis lindung yang ada atau perlindungan kemiringan harus diperbaiki kembali sesuai dengan Subpasal 5.5;
- b) pemasangan lapis lindung secara umum harus dimulai dari bahu hingga ke dasar kemiringan dan memenuhi sudut kemiringan yang ada dan bentuk topografi daerah sekitarnya;
- c) bahan yang digunakan untuk pasangan batu harus batu alam yang keras dan berbentuk bundar, batu yang berbentuk pipih dan panjang tidak boleh digunakan;
- d) ketebalan pasangan batu harus sekitar 350 mm, kecuali ditetapkan lain. Ketebalannya boleh berbeda, disesuaikan dengan keadaan lokasi pasangan batu, yaitu sudut kemiringan, kedalaman atau bentuk topografis sungai, saluran dan selokan;
- e) rongga di antara batu harus diisi dengan beton tumbuk dan dipadatkan dengan baik atau dengan semen bila disetujui. Daerah di bawah lapisan batu harus diisi dengan kerikil yang dipadatkan dengan ketebalan 200 mm;
- f) pada setiap (2 - 3) m<sup>2</sup> pasangan batu, bila diperlukan harus dipasang pipa pengering berdiameter 50 mm;
- g) dasar sungai, saluran atau selokan bila perlu harus dilindungi, sesuai dengan keadaan lapangan.

#### 5.4 Pengujian dan desinfeksi

Pengujian pada jalur pipa harus dilakukan setelah pemasangan pipa induk, katup, bangunan khusus jembatan pipa, penembusan pipa (*pipe driving*), perlintasan pipa dan perlengkapan lainnya, sesuai dengan standar ini.

Pengujian tekanan air (*hydrostatic-pressure test*) pada jalur pipa harus dilakukan untuk menjamin bahwa sambungan pipa dan perlengkapannya dalam keadaan baik, kuat dan tidak bocor serta blok-blok penahan (*thrust block permanen*) sanggup menahan tekanan sesuai dengan tekanan kerja pipa.

Tenaga kerja, peralatan dan bahan untuk pengujian tekanan air dan pengujian kebocoran, serta peralatan meter yang diperlukan untuk penguatan tekanan dan kebocoran harus disediakan.



Bagian jaringan pipa yang diuji harus diisi penuh dengan air. Pengisian air dilakukan dengan pemompaan (*an electric piston type test pump*) yang dilengkapi meteran air dan harus dicegah terjadinya gelombang-gelombang tekanan, semua udara didalam pipa dilepas, serta sebuah manometer dengan kran penutupnya harus dihubungkan pada cabang jaringan pipa yang diuji. Apabila bagian dari pipa yang diuji tidak terdapat katup udara, tenaga ahli harus menetapkan cara pengeluaran udara.

#### **5.4.1 Pengujian tekanan air**

Sebelum pengujian tekanan air dimulai, blok-blok bantalan penahan dan semua konstruksi pengaman dari beton harus sudah berumur lebih dari 7 hari.

Untuk pipa diameter 600 mm dan yang lebih kecil, setiap bidang jalur pipa harus diisi dengan air minum dan diuji dengan tekanan 0,75 MPa ( $\approx 7,5 \text{ kg/cm}^2$ ).

Untuk pipa diameter 700 mm dan yang lebih besar, pengujian dilakukan dengan tekanan yang sama dengan memakai *test band*.

Penimbunan kembali harus diselesaikan kecuali pada bagian-bagian sambungan dimana peralatan ini harus terlihat dan diamati pada waktu penguatan berlangsung.

Jika penimbunan sebagian harus dilakukan karena masalah gangguan lalu lintas atau keperluan lainnya, maka harus sesuai dengan petunjuk tenaga ahli.

Jaringan perpipaan yang telah terpasang sepanjang lebih dari 500 m, dapat langsung diisolasi untuk diuji secara hidrostatik dengan tekanan uji disesuaikan dengan jenis dan kelas pipa, kecuali bila ditetapkan lain.

Semua peralatan yang diperlukan untuk pengujian tekanan hidrostatik harus disediakan dan terlebih dahulu harus diperiksa serta disetujui oleh tenaga ahli. Jika hasil pengujian tekanan hidrostatik dinyatakan gagal maka harus dicari sumber kebocoran dan lalu diperbaiki, serta lakukan uji ulang hingga memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

Pada waktu dilakukan peningkatan tekanan hidrostatik pada pipa, instrumen-instrumen harus dapat menahan tekanan uji tanpa menimbulkan kerusakan pada elemen-elemennya, kalau tidak, atau instrumen tersebut harus diangkat selama pengujian dan diganti sementara dengan pasak/sumbat pipa dengan persetujuan tenaga ahli.

##### **5.4.1.1 Pengujian tekanan (pipa diameter 600 mm dan yang lebih kecil)**

Semua pengujian harus dilakukan pada jalur pipa per bagian setelah galian diurug, tetapi sebelum perbaikan kembali lantai keras. Sambungan sedapat mungkin harus ditempatkan selama pengujian berlangsung.

Sebelum pengujian, seluruh pipa harus digelontor secara merata dengan air minum.

Jalur pipa harus disiapkan untuk pengujian dengan menutup semua katup, memasang sumbat yang memadai pada bukaan, dan membuka katup udara sepanjang jalur pipa.

Bila di titik puncak tidak dipasang katup pelepas udara, maka harus dipasang katup penguapan (*evaporation*) pembantu.

Bila tidak tersedia bangunan permanen seperti ruang/bak katup, ujung bidang pipa yang diuji harus dilindungi terhadap air yang bertekanan 0,75 MPa ( $\approx 7,5 \text{ kg/cm}^2$ ).

Jalur pipa harus diisi dengan air minum secara perlahan agar kantong-kantong udara dapat dilepaskan, sampai seluruhnya diisi dan berada dalam tekanan ringan yang harus



dipertahankan untuk jangka waktu 24 jam. Kerusakan yang timbul pada jalur pipa pada tahap ini harus segera diperbaiki.

Tekanan air harus dinaikkan ke pengujian tekanan. Jangka waktu pengujian tekanan dilakukan selama 2 (dua) jam. Pipa, *fitting* sambungan, atau katup yang rusak harus disingkirkan dan diganti. Pengujian harus diulang sampai memuaskan.

Bila pengujian pipa yang terpasang memperlihatkan kebocoran yang lebih besar dari yang ditetapkan dalam Tabel 6, lokasi kebocoran harus ditetapkan, lalu bahan atau sambungan yang rusak segera diperbaiki atau diganti.

Pengujian harus diulang sampai kebocoran berada dalam kisaran yang diijinkan.

**Tabel 6 Kebocoran yang diijinkan bagi pipa dengan 100 sambungan**

Diameter (mm)	Jumlah kebocoran (L/jam)	Diameter (mm)	Jumlah kebocoran (L/jam)
75	2,55	300	9,12
100	3,04	350	10,64
125	3,80	400	12,16
150	4,56	450	13,68
200	6,08	500	15,20
250	7,60	600	18,24

CATATAN : L/jam = Liter per jam.

#### 5.4.1.2 Pengujian tekanan dengan *test band* (pipa diameter 700 mm dan yang lebih besar)

*Test band* dipakai untuk setiap sambungan dari bagian dalam pipa. Setiap sambungan harus diuji segera setelah pekerjaan penyambungan selesai. Jangka waktu pengujian tidak boleh kurang dari 5 menit dengan tekanan uji dijaga agar tetap konstan.

Pada laporan, seluruh hasil pengujian harus memperlihatkan lokasi, waktu, tanggal dan data setiap pengujian, termasuk peta lokasi pengujian.

Sambungan yang rusak harus segera dilepas dan disambung kembali, serta lakukan lagi pengujian.

#### 5.4.2 Penggelontoran pipa

Semua pipa yang terpasang harus dibersihkan dengan penggelontoran memakai air minum. Penggelontoran dilakukan dengan membuka/menguras cabang pembuang (*drainase branch*), mulai dari hulu dan secara bertahap ke arah hilir.

Jangka waktu pengurasan cabang pembuang harus ditetapkan.

Selain itu lokasi harus dengan segera ditetapkan dan diperbaiki apabila ditemukan kebocoran selama penggelontoran, walaupun hasil pengujian dinyatakan telah disetujui.

#### 5.4.3 Desinfeksi

Desinfeksi harus dilakukan sesuai dengan SNI 19-6783-2002.



#### **5.4.3.1 Pipa baja**

Pengujian akhir dilakukan setelah jaringan perpipaan diisi penuh dengan air yang tekanan kerjanya normal secara konstan selama 1 minggu berturut-turut tanpa memperlihatkan tanda-tanda adanya kebocoran. Setelah itu tekanan air dinaikkan sampai tekanan uji yang ditetapkan dan dipertahankan selama 2 jam dengan pemompaan. Penambahan volume air harus dicatat dengan teliti.

Pengujian tekanan hidrostatik dinyatakan berhasil dengan memuaskan apabila penambahan volume air di atas tidak melebihi batasan sebagai berikut:

- a) ND 200 mm dan 250 mm = 2,7 l/jam per Km panjang pipa;
- b) ND 300 mm dan 350 mm = 4,0 l/jam per Km panjang pipa;
- c) ND 400 mm = 5,3 l/jam per Km panjang pipa;
- d) ND 500 mm = 6,6 l/jam per Km panjang pipa.

#### **5.4.3.2 Pipa PVC**

Pada semua diameter pipa PVC tidak boleh terdapat tanda-tanda kebocoran setelah semua jaringan perpipaan diisi penuh dengan air dan mencapai tekanan uji secara konstan selama 30 menit.

#### **5.4.4 Pembersihan dan desinfeksi perpipaan**

Setelah pengujian tekanan hidrostatik dinyatakan selesai dan berhasil, kotoran dalam pipa harus dibersihkan dengan membuka semua katup penguras (*wash-out*), membilas dan memberi desinfektan pada jaringan pipa.

Pembersihan bagian dalam pipa dilakukan dengan mengalirkan air minum yang mempunyai kecepatan tinggi yaitu di atas 0,75 cm/detik dan dalam jangka waktu sampai air yang keluar dari katup penguras secara visual bersih dan tidak mengandung sedimen.

### **5.5 Perbaikan kondisi dan pembersihan**

Setelah penyelesaian pemasangan pipa, jalan sementara harus dibongkar dan dikembalikan seperti keadaan semula. Semua bahan yang tersisa harus dibuang, lapisan tanah atas harus dikembalikan menutup lokasi pekerjaan semula.

Semua bangunan yang rusak dan utilitas yang ada harus diperbaiki secara memadai, sampai serupa dengan keadaan semula.

Dalam waktu 30 (tiga puluh) hari kalender atau segera setelah pengujian pipa, semua permukaan yang terkena pekerjaan pada alur penggalian dan pada daerah kerja lainnya harus diperbaiki kembali seperti keadaan semula, atau dalam keadaan yang lebih baik. Setelah perbaikan kembali, cekungan yang terjadi sepanjang jalur penggalian akibat penurunan harus diperiksa secara bulanan, dan keadaan ini harus diperbaiki sampai pada ketinggian semula.



Bila karena pekerjaan, tanah berumput menjadi rusak untuk diletakkan kembali seperti semula, maka tanah berumput baru harus disediakan, atau dengan cara lain, seperti memupuk, menyangi dan memelihara daerah tersebut sampai didapatkan tunas baru.

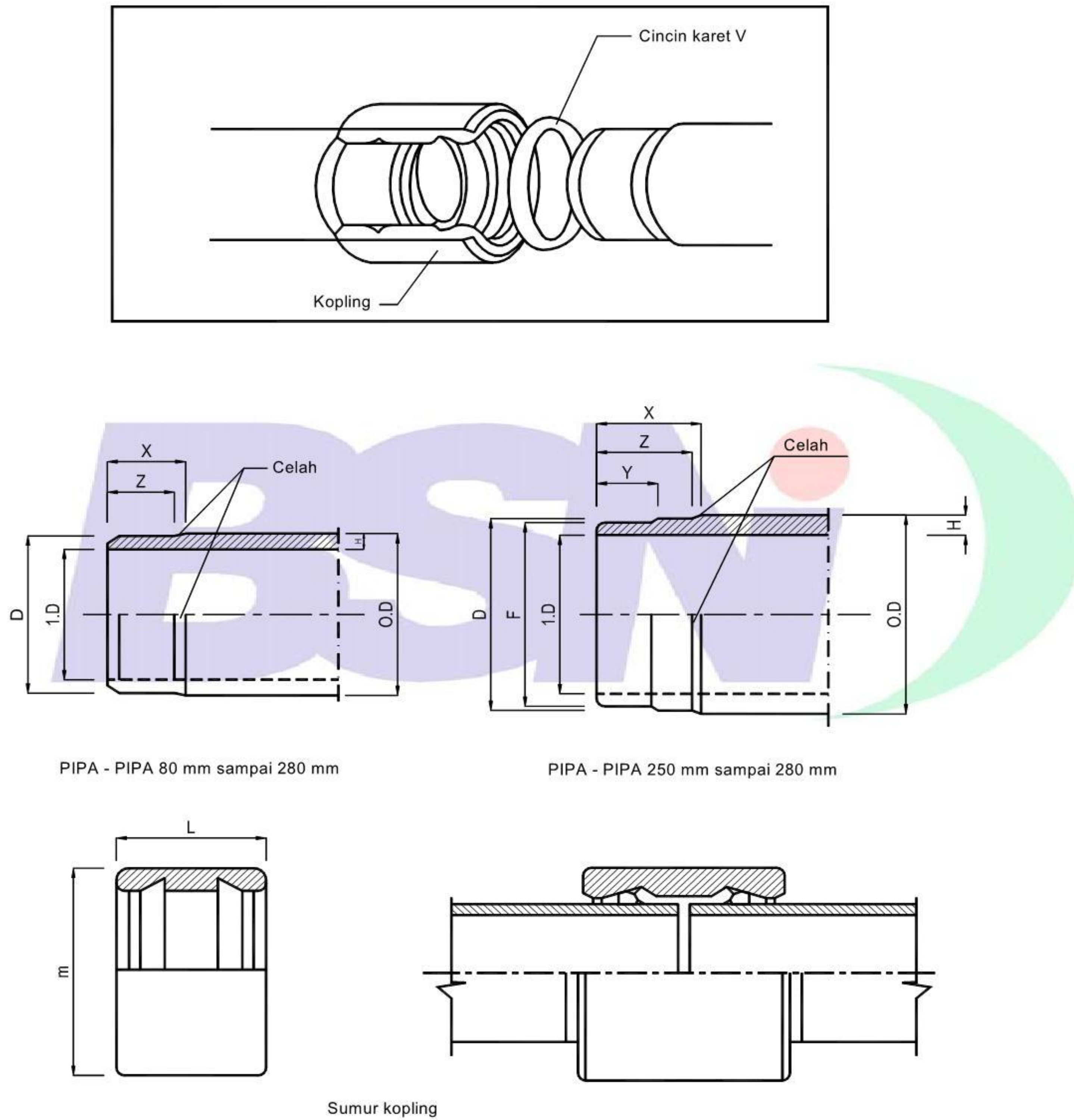
Di semua daerah yang disiangi, lapisan atas harus diganti, digaru dan digiling hingga ketinggian yang seragam dan semua batuan serta sampah disingkirkan. Semua daerah akan diperbaiki kembali harus disiram air dan dipelihara sampai rumput tersebut tumbuh dengan baik agar diperoleh keadaan permukaan yang serupa dengan keadaan semula.





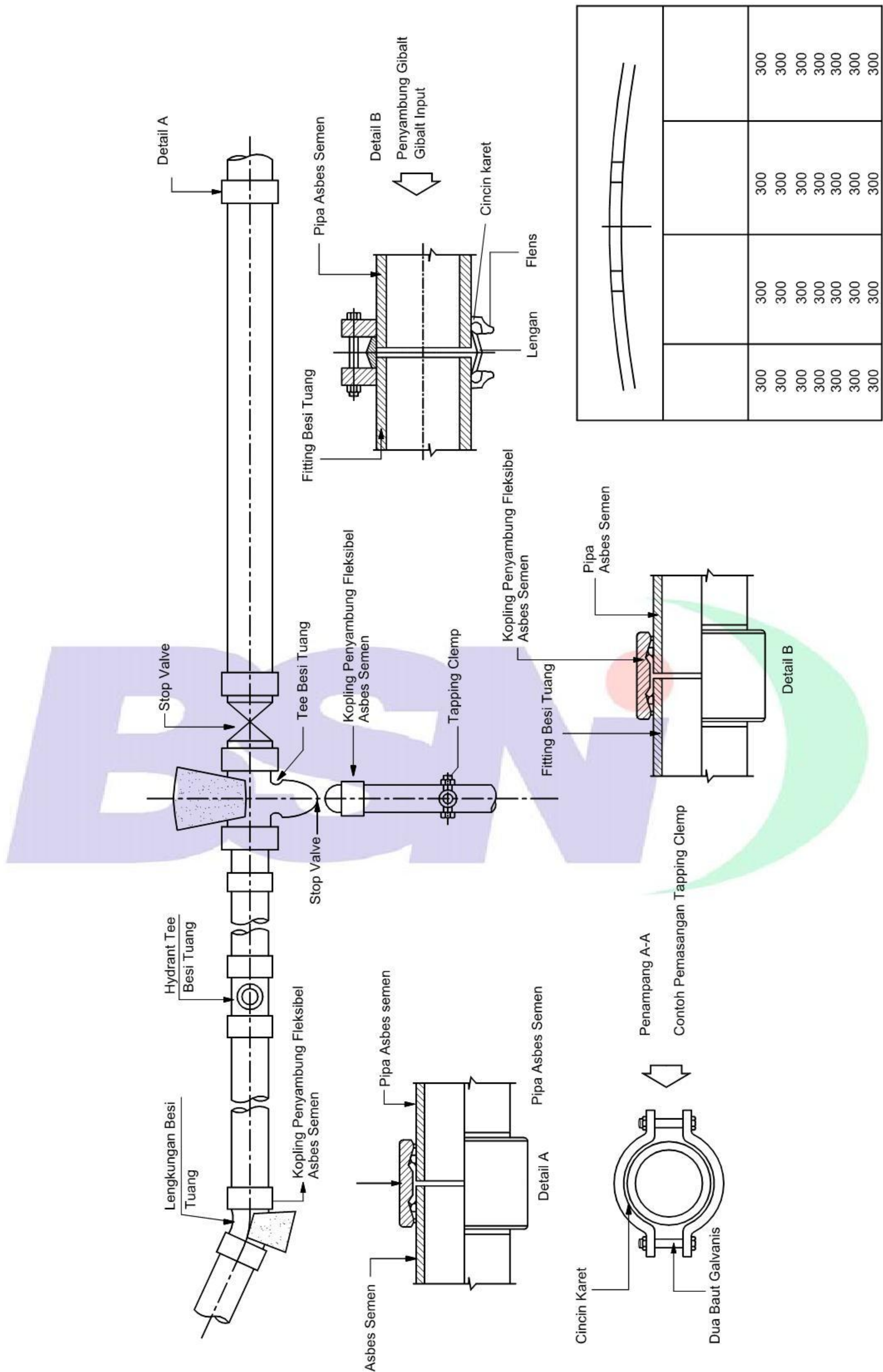
Lampiran A  
(Informatif)

Contoh sambungan



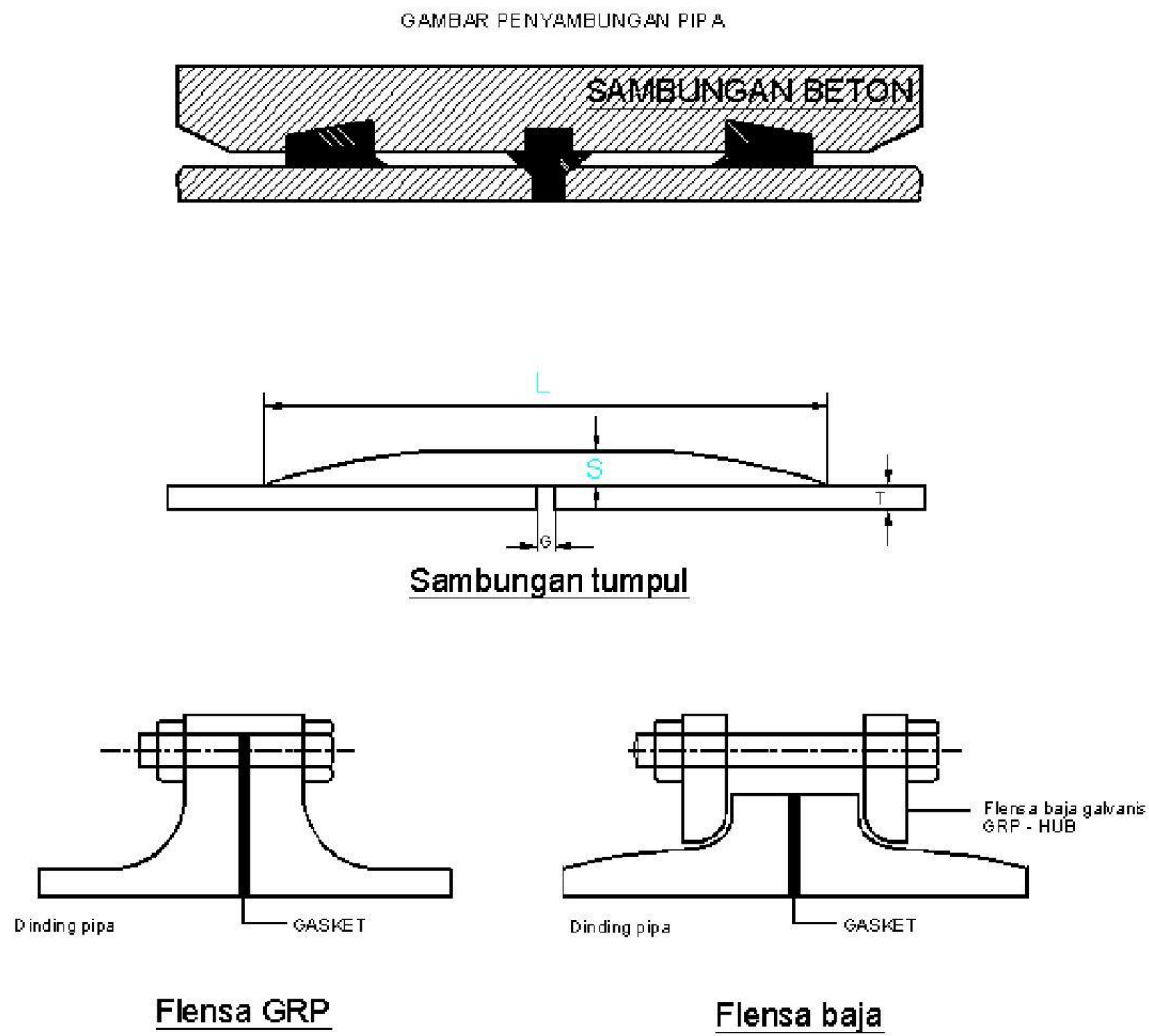
Gambar A.1 Sambungan kopling





Gambar A.2 Sambungan kopling (lanjutan)



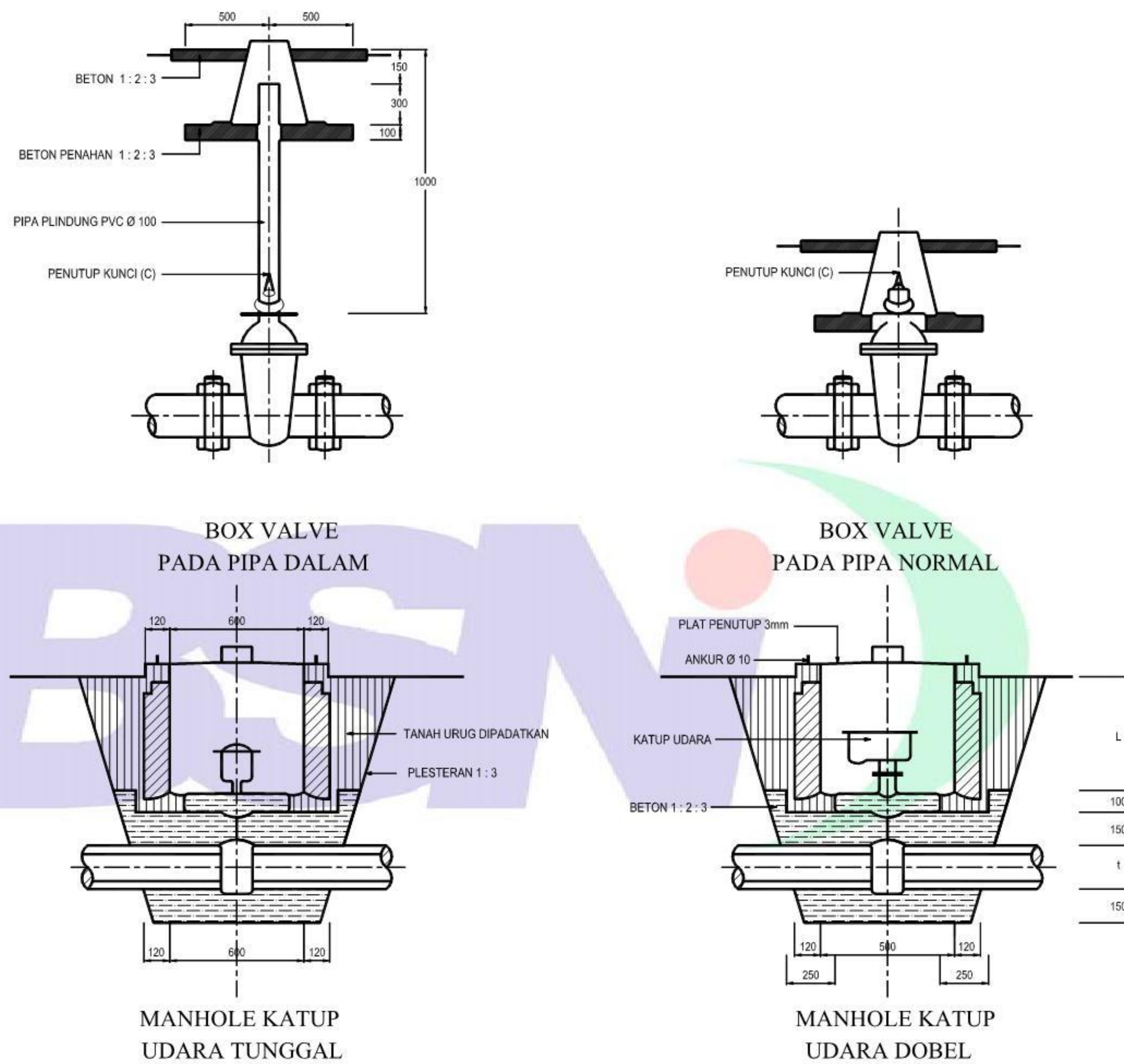


Gambar A.3 Penyambungan pipa



## Lampiran B (Informatif)

### Contoh *box valve*



Gambar B.1 *Box valve*



**Lampiran C**  
(Informatif)

**Daftar nama dan lembaga**

**1) Pemrakarsa**

Direktorat Pengembangan Air Minum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum.

**2) Penyusun**

<b>N a m a</b>	<b>Lembaga</b>
Ir. Siti Bellafolijani, M.Eng	Ditjen Cipta Karya
Ir. Oloan Simatupang, M. Eng	Ditjen Cipta Karya
Sihombing Aryananda, ST, MT	Ditjen Cipta Karya
Suryanto, ST, MT	Ditjen Cipta Karya
Ratria Anggraini, ST	Ditjen Cipta Karya
Didik Wahyudi, ST	Ditjen Cipta Karya
Ir. Deny Yusuf Sumargana	Ditjen Cipta Karya
Ir. Felisia Simarmata	Konsultan
Ir. Aries Siti Fatimah	Konsultan
Ir. Budhianto	Konsultan
Ir. Elisabeth Tarigan	Konsultan
Ir. Sulaeman	Konsultan



## Bibliografi

- ANSI/AWWA C150/A21.50, American Ductile Iron Pipe
- ANSI/AWWA C151/A21.51, Standard Laying Conditions
- ASTM D 2321, Standard Practice for Underground Instalation of Thermoplastic Pipe for Sewers and Other Gravity-Flow Applications
- Soekoto, Imam, Ir. "Mempersiapkan Lapisan Dasar Konstruksi". Badan Penerbit Pekerjaan Umum. 1984
- RSNI T-17-2004, Tata cara pengadaan, pemasangan dan pengujian pipa PVC untuk penyediaan air minum
- Codes of Japanese Waterworks Steel Pipes Manufactures Association (WSP)*
- Codes of Welding Engineering Standard (WES)*
- JIS E 9301
- JIS G-3443
- JIS Z 3211, *Covered electrodes for mild steel*
- JIS Z 3212, *Covered electrodes for high tensile strength steel*
- Standar International Specification R 160*
- Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air
- Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum





















**BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN**  
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3,4,7,10  
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270  
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : [bsn@bsn.go.id](mailto:bsn@bsn.go.id)